

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

K. Ozawa
Filed 2/10/04
Q79750
1 of 1

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 2月10日

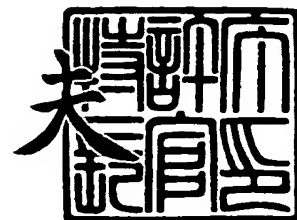
出願番号
Application Number: 特願2003-032517
[ST. 10/C]: [JP 2003-032517]

出願人
Applicant(s): 日本電気株式会社

2004年 1月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3110575

【書類名】 特許願

【整理番号】 47600259PY

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/17
H04B 10/16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 小澤 公夫

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083987

【弁理士】

【氏名又は名称】 山内 梅雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016252

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006535

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 以上の異なった波長の信号光を合波する合波手段と、

この合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在する信号光伝送手段と、

これら信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を検出する信号光伝送有無検出手段と、

前記信号光伝送手段を構成する各経路に設けられ信号光伝送有無検出手段によって信号光の伝送されていないことが検出された経路を遮断するスイッチ手段とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 2】 少なくとも 2 以上の異なった波長の信号光を合波する合波手段と、

この合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在する信号光伝送手段と、

これら信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を検出する信号光伝送有無検出手段と、

前記信号光伝送手段を構成する各経路に設けられ信号光伝送有無検出手段によって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させるアッテネータとを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 3】 各チャネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャネルごとの波長に分波する分波手段と

この分波手段によって分波されたチャネルごとに設けられ、信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出手段と、

これらチャンネルごとに設けられた分波後レベル検出手段の検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、

前記チャンネルごとに設けられ前記分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光を入力してこれを通過または遮断するスイッチ手段と、

このスイッチ手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、

前記信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルを前記スイッチ手段によって遮断するスイッチ手段制御手段とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 4】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、

この分波手段によって分波されたチャンネルごとに設けられ、信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出手段と、

これらチャンネルごとに設けられた分波後レベル検出手段の検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、

前記チャンネルごとに設けられ前記分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光の信号レベルを調整する信号レベル調整手段と、

この信号レベル調整手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、

前記信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルを前記信号レベル調整手段によって信号レベルが最大限減衰するように制御する信号レベル調整手段制御手段とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 5】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、

この分波手段によって分波する前の前記多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析手段と、

このスペクトル分析手段の分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出手段と、

この波長別レベル検出手段の検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、

前記チャンネルごとに設けられ前記分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光を入力してこれを通過または遮断するスイッチ手段と、

このスイッチ手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、

前記信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルを前記スイッチ手段によって遮断するスイッチ手段制御手段とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 6】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、

この分波手段によって分波する前の前記多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析手段と、

このスペクトル分析手段の分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出手段と、

この波長別レベル検出手段の検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、

前記チャンネルごとに設けられ前記分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光の信号レベルを調整する信号レベル調整手段と、

この信号レベル調整手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、

前記信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルを前記信号レベル調整手段によって信号レベルが最大限減衰するように制御する信号レベル調整手段制御手段とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 7】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長

の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と

、
この分波手段に入力する前記多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信手段と、

前記チャンネルごとに設けられ前記分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光を入力してこれを通過または遮断するスイッチ手段と、

このスイッチ手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、

前記監視信号受信手段によって信号光が送出されていないとされたチャンネルを前記スイッチ手段によって遮断するスイッチ手段制御手段とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 8】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と

、
この分波手段に入力する前記多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信手段と、

前記チャンネルごとに設けられ前記分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光の信号レベルを調整する信号レベル調整手段と、

この信号レベル調整手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、

前記監視信号受信手段によって信号光が送出されていないとされたチャンネルを前記信号レベル調整手段によって信号レベルが最大限減衰するように制御する信号レベル調整手段制御手段

とを具備することを特徴とする光出力制御装置。

【請求項 9】 前記信号レベル調整手段は、入力された信号光が実質的に遮断されるレベルまで挿入損失量を増大させることができる信号レベル調整器と、この信号レベル調整器を通過した信号光の光パワーレベルを検出する信号レベル調整器通過後レベル検出手段と、この信号レベル調整器通過後レベル検出手段の検出する光パワーレベルが所定の値となるように前記信号レベル調整器の信号レ

ベル増減量を調整する信号レベル増減量調整手段とを備えていることを特徴とする請求項 4、請求項 6 または請求項 8 いずれかに記載の光出力制御装置。

【請求項 10】 前記信号レベル調整手段は、入力された信号光が実質的に遮断されるレベルまで挿入損失量を増大させることができるアッテネータと、このアッテネータを通過した信号光の光パワーレベルを検出するアッテネータ通過後レベル検出手段と、このアッテネータ通過後レベル検出手段の検出する光パワーレベルが所定の値となるように前記アッテネータの挿入損失量を制御する挿入損失量制御手段とを備えていることを特徴とする請求項 4、請求項 6 または請求項 8 いずれかに記載の光出力制御装置。

【請求項 11】 前記分波手段および合波手段はアレイ導波路格子によってそれぞれ構成されていることを特徴とする請求項 3～請求項 8 いずれかに記載の光出力制御装置。

【請求項 12】 前記監視信号受信手段はOSC (Optical Service Channel) 信号を終端するOSC終端部であることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の光出力制御装置。

【請求項 13】 前記信号レベル調整手段によって調整された後の信号光を検出する調整後信号光検出手段と、前記信号光有無検出手段が信号光の入力を検出した状態で調整後信号光検出手段が信号光の検出を行わなかったとき信号レベル調整手段の故障と判定する信号レベル調整手段故障判定手段とを更に具備する請求項 4 記載の光出力制御装置。

【請求項 14】 同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出ステップと、

この信号光伝送有無検出ステップによって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路を遮断する遮断ステップとを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 15】 同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝

送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出ステップと、

この信号光伝送有無検出ステップによって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増加させる挿入損失量増加ステップとを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 16】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、

この分波ステップによって分波されたチャンネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出ステップと、

これらチャンネルごとに分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、

前記分波ステップによって分波されたチャンネルごとの信号光を入力して前記信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の通過を遮断するスイッチステップと、

このスイッチステップで通過したチャンネルの信号光を合波する合波ステップとを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 17】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、

この分波ステップによって分波されたチャンネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出ステップと、

これらチャンネルごとに分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、

前記チャンネルごとに前記分波ステップによって分波されたチャンネルの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、

この信号レベル調整ステップを経た各チャンネルの信号光を合波する合波ステップ
とを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項18】 各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、

この分波ステップによって分波する前の前記多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析ステップと、

このスペクトル分析ステップの分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出ステップと、

この波長別レベル検出ステップで検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、

前記分波ステップによって分波されたチャンネルごとの信号光を入力して前記信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の通過を遮断するスイッチステップと、

このスイッチステップで通過したチャンネルの信号光を合波する合波ステップ
とを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項19】 各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、

この分波ステップによって分波する前の前記多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析ステップと、

このスペクトル分析ステップの分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出ステップと、

この波長別レベル検出ステップで検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、

前記チャンネルごとに前記分波ステップによって分波されたチャンネルの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、

この信号レベル調整ステップを経た各チャンネルの信号光を合波する合波ステップとを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 20】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、

この分波ステップで入力する前記多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信ステップと、

前記分波ステップによって分波されたチャンネルごとの信号光を入力して前記信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の通過を遮断するスイッチステップと、

このスイッチステップで通過したチャンネルの信号光を合波する合波ステップとを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 21】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、

この分波ステップで入力する前記多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信ステップと、

前記チャンネルごとに前記分波ステップによって分波されたチャンネルの信号光を入力して監視信号受信ステップによって信号光が入力されていないことが検出さ

れたチャネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、

この信号レベル調整ステップを経た各チャネルの信号光を合波する合波ステップ

とを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 22】 各チャネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャネルごとの波長に分波する分波ステップと、

この分波ステップによって分波されたチャネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出ステップと、

この分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、

前記信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、

この信号レベル調整ステップを経た各チャネルの信号光を合波する合波ステップと、

前記信号レベル調整ステップによって調整された後の信号光の検出を行う調整後信号光検出ステップと、

前記信号光有無検出ステップで信号光の入力を検出した状態で調整後信号光検出ステップで信号光の検出が行われなかったとき信号レベル調整ステップによる調整に障害が発生したことを検出する信号レベル調整障害検出ステップ

とを具備することを特徴とする光出力制御方法。

【請求項 23】 コンピュータに、

同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出処理と、

この信号光伝送有無検出処理によって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路を遮断する遮断処理
とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 2 4】 コンピュータに、

同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出処理と、

この信号光伝送有無検出処理によって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増加させる挿入損失量増加処理
とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 2 5】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段の分波したチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出処理と、

これらチャンネルごとに分波後レベル検出処理で検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、

前記分波したチャンネルごとの信号光を入力して前記信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光を前記合波手段に入力するのを遮断させるスイッチ処理

とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 2 6】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段の分波したチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出処理と、

これらチャンネルごとに分波後レベル検出処理で検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、

この信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて前記合波手段に入力させる信号レベル調整処理

とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 2 7】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段の分波する前の前記多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析処理と、

このスペクトル分析処理によって得られた分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出処理と、

この波長別レベル検出処理で検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、

前記分波したチャンネルごとの信号光を入力して前記信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光を前記合波手段に入力するのを遮断させるスイッチ処理

とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 2 8】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段の分波する前の前記多重光におけるスペクトルを分析するスペク

トル分析処理と、

このスペクトル分析処理によって得られた分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出処理と、

この波長別レベル検出処理で検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、

前記分波したチャンネルごとの信号光を入力して前記信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光信号レベルが最大限減衰して前記合波手段に入力するように制御する信号レベル調整処理とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 2 9】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段に入力する前記多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信処理と、

この監視信号受信処理によって得られた受信結果から信号光が送出されていないとされたチャンネルの信号光が前記合波手段に入力するのを遮断させるスイッチ処理

とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 3 0】 各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段に入力する前記多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信処理と、

この監視信号受信処理によって得られた受信結果から信号光が送出されてい

いとされたチャネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて前記合波手段に入力させる信号レベル調整処理

とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【請求項 3 1】 各チャネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、

前記分波手段によって分波されたチャネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出処理と、

分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、

この信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整処理と、

この信号レベル調整処理によって調整された後の信号光の検出を行う調整後信号光検出処理と、

前記信号光有無検出処理で信号光の入力を検出した状態で調整後信号光検出処理で信号光の検出が行われなかったとき信号レベル調整処理による調整に障害が発生したことを検出する信号レベル調整障害検出処理

とを実行させることを特徴とする光出力制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は光中継局等の光波長多重装置で多重される各波長の信号光のレベルを調整するための光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラムに係わり、特に一度波長ごとに分波した後、信号光のレベルを調整して合波するようにした光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラムに関する

。

【0002】

【従来の技術】

複数の信号光を多重して伝送する通信システムに使用される光中継局では、送られてきた信号光を波長ごとに分波し、それぞれの波長の信号光の信号レベルを調整した後に多重して伝送路に送り出している。信号光の多重を行う際には、これら多重される各波長あるいはチャネルの光パワーレベルを均一にするためのレベルイコライザ等の光出力制御装置が使用されている。

【0003】

図10は、従来提案された光出力制御装置の概要を示したものである（たとえば特許文献1参照）。この光出力制御装置100は、図示しない増幅器で増幅された後の波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）光101を第1のアレイ導波路格子（AWG：Arrayed Waveguide Grating）111で各波長（チャネル）の信号光に分波するようになっている。分波後の各チャネル（CH-1～CH-n）の信号光112₁～112_nは、それぞれアッテネータ（ATT）113₁～113_nのうちの対応するものに入力される。アッテネータ113₁～113_nは、挿入損失量を調整することで入力されたチャネルの信号光のレベルを目標値まで減衰させるもので、制御回路114がチャネルごとにこれらの指示を行うようになっている。

【0004】

アッテネータ113₁～113_nの出力側にはそれぞれ光分岐器115₁～115_nが設けられており、分波した一方の信号光をフォトダイオード（PD）116₁～116_nのうちそれぞれ対応するものに導いて、アッテネータ113₁～113_nを経た信号光の光パワーレベルの検出を行うようになっている。これらの検出結果は制御回路114に入力されて、これによりアッテネータ113₁～113_nを経た各波長の信号光が所望のレベルになるようなフィードバック制御が行われる。光分岐器115₁～115_nによって分波された他方の信号光のそれぞれは第2のアレイ導波路格子118に入力されて合波され、波長ごとに所望の信号レベルとなった波長分割多重光119がこの光出力制御装置100から出力されることになる。

【0005】

【特許文献1】

特開平11-331093号公報（第0011～0014段落、図4

）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このような光出力制御装置100では第1のアレイ導波路格子111で分波される際に、あるチャネル（波長）の信号光が他のチャネルに混入して、第2のアレイ導波路格子118で再び同一のチャネルで合波されるという現象が発生する。このときに全く同一の信号状態の信号光が合波されるのであれば問題ないが、現実には他の導波路を通過する際に本来の導波路を通過した信号光との間に信号の微妙な遅延等が発生する。このため、第2のアレイ導波路格子118で同一の信号光同士を合波した際に、いわゆるコヒーレントクロストークノイズが発生してしまう。

【0007】

特に、他の信号光が到来していない無信号状態のチャネルに回り込んだ信号光は、本来の信号光が入力されていない状態なのでアッテネータ113に入力される信号レベル自体が低い。このため、そのアッテネータ自体は入力した信号の減衰を積極的には行わないことになる。したがって、他の信号光が到来しているチャネルに回り込んだ信号光よりも回り込んだ信号光の信号レベルが大きな状態で第2のアレイ導波路格子118で本来の信号光と合波されることになる。したがって、そのようなチャネルを経由してきた信号光が合波されるとコヒーレントクロストークノイズの影響が特に大きくなるという問題があった。

【0008】

そこで本発明の目的は、各チャネルの信号光を少なくとも合波する場合に、同一波長の信号光のコヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明では、（イ）少なくとも 2 以上の異なった波長の信号光を合波する合波手段と、（ロ）この合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在する信号光伝送手段と、（ハ）これら信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を検出する信号光伝送有無検出手段と、（ニ）信号光伝送手段を構成する各経路に設けられ信号光伝送有無検出手段によって信号光の伝送されていないことが検出された経路を遮断するスイッチ手段とを光出力制御装置に具備させる。

【0 0 1 0】

すなわち請求項 1 記載の発明では、合波手段に至る複数の経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような信号光伝送手段が存在するとき、この信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を信号光伝送有無検出手段によって検出し、信号光が伝送されていないことが検出された経路はスイッチ手段で遮断することにして、これに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにしてコヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0 0 1 1】

請求項 2 記載の発明では、（イ）少なくとも 2 以上の異なった波長の信号光を合波する合波手段と、（ロ）この合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在する信号光伝送手段と、（ハ）これら信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を検出する信号光伝送有無検出手段と、（ニ）信号光伝送手段を構成する各経路に設けられ信号光伝送有無検出手段によって信号光の伝送されていないことが検出された経路の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させるアッテネータとを光出力制御装置に具備させる。

【0 0 1 2】

すなわち請求項2記載の発明では、合波手段に至る複数の経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような信号光伝送手段が存在するとき、この信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を信号光伝送有無検出手段によって検出し、本来伝送する信号光が伝送されていないことが検出された経路については本来伝送する信号光が伝送されている場合よりも経路の挿入損失量を増大させることにして、回り込んだ信号光が合波手段で合波する量を減少させ、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0013】

請求項3記載の発明では、(イ) 各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、(ロ) この分波手段によって分波されたチャンネルごとに設けられ、信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出手段と、(ハ) これらチャンネルごとに設けられた分波後レベル検出手段の検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、(ニ) チャンネルごとに設けられ分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光を入力してこれを通過または遮断するスイッチ手段と、(ホ) このスイッチ手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、(ヘ) 信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルをスイッチ手段によって遮断するスイッチ手段制御手段とを光出力制御装置に具備させる。

【0014】

すなわち請求項3記載の発明では、分波手段で各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波した後、それぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを分波後レベル検出手段で検出し、信号光有無検出手段が信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することにした。そして、これらのチャンネルの信号光を合波手段で合波する手前の位置にスイッチ手段を設けておいてスイッチ手段制御手段で本来の信号光が伝送されていないチ

チャンネルについてはスイッチ手段を遮断することにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにしてコヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 記載の発明では、（イ）各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、（ロ）この分波手段によって分波されたチャンネルごとに設けられ、信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出手段と、（ハ）これらチャンネルごとに設けられた分波後レベル検出手段の検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、（ニ）チャンネルごとに設けられ分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光の信号レベルを調整する信号レベル調整手段と、（ホ）この信号レベル調整手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、（ヘ）信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルを信号レベル調整手段によって信号レベルが最大限減衰するように制御する信号レベル調整手段制御手段とを光出力制御装置に具備させる。

【 0 0 1 6 】

すなわち請求項 4 記載の発明では、分波手段で各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波した後、それぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを分波後レベル検出手段で検出し、信号光有無検出手段が信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することにした。そして、これらのチャンネルの信号光を合波手段で合波する手前の位置に信号レベル調整手段を設けておいて信号レベル調整手段制御手段で本来の信号光が伝送されていないチャンネルについては信号レベル調整手段が信号レベルを最大限減衰するように制御して、そのチャンネルに回り込んだ信号光を最大限減衰させコヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【 0 0 1 7 】

請求項5記載の発明では、(イ)各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、(ロ)この分波手段によって分波する前の多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析手段と、(ハ)このスペクトル分析手段の分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出手段と、(ニ)この波長別レベル検出手段の検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、(ホ)チャンネルごとに設けられ分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光を入力してこれを通過または遮断するスイッチ手段と、(ヘ)このスイッチ手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、(ト)信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルをスイッチ手段によって遮断するスイッチ手段制御手段とを光出力制御装置に具備させる。

【0018】

すなわち請求項5記載の発明では、分波手段で各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波した後、それぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルをスペクトル分析手段の分析結果から検出するようにした。そして、信号光有無検出手段を用いて波長別レベル検出手段の検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することにした。また、これらのチャンネルの信号光を合波手段で合波する手前の位置にスイッチ手段を設けておいてスイッチ手段制御手段で本来の信号光が伝送されていないチャンネルについてはスイッチ手段を遮断することにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにしてコヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0019】

請求項6記載の発明では、(イ)各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、(ロ)この分波手段によって分波する前の多重光におけるスペ

クトルを分析するスペクトル分析手段と、（ハ）このスペクトル分析手段の分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出手段と、（ニ）この波長別レベル検出手段の検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出手段と、（ホ）チャンネルごとに設けられ分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光の信号レベルを調整する信号レベル調整手段と、（ヘ）この信号レベル調整手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、（ト）信号光有無検出手段によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルを信号レベル調整手段によって信号レベルが最大限減衰するように制御する信号レベル調整手段制御手段とを光出力制御装置に具備させる。

【0020】

すなわち請求項6記載の発明では、分波手段で各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波した後、それぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルをスペクトル分析手段の分析結果から検出するようにした。そして、これらのチャンネルの信号光を合波手段で合波する手前の位置に信号レベル調整手段を設けておいて信号レベル調整手段制御手段で本来の信号光が伝送されていないチャンネルについては信号レベル調整手段が信号レベルを最大限減衰するように制御して、そのチャンネルに回り込んだ信号光を最大限減衰させコヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0021】

請求項7記載の発明では、（イ）各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、（ロ）この分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信手段と、（ハ）チャンネルごとに設けられ分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光を入力してこれを通過または遮断するスイッチ手段と、（ニ）このスイッチ手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、（ホ

) 監視信号受信手段によって信号光が送出されていないとされたチャンネルをスイッチ手段によって遮断するスイッチ手段制御手段とを光出力制御装置に具備させる。

【0022】

すなわち請求項7記載の発明では、分波手段で各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波した後、分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を監視信号受信手段で受信することにした。そして、各チャンネルの信号光を合波手段で合波する手前の位置にスイッチ手段を設けておいて監視信号受信手段で本来の信号光が伝送されていないと判別されたチャンネルについてはスイッチ手段を遮断することにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにしてコヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0023】

請求項8記載の発明では、(イ) 各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波手段と、(ロ) この分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信手段と、(ハ) チャンネルごとに設けられ分波手段によって分波されたチャンネルごとの信号光の信号レベルを調整する信号レベル調整手段と、(ニ) この信号レベル調整手段を経た各チャンネルの信号光を合波する合波手段と、(ホ) 監視信号受信手段によって信号光が送出されていないとされたチャンネルを信号レベル調整手段によって信号レベルが最大限減衰するように制御する信号レベル調整手段制御手段とを光出力制御装置に具備させる。

【0024】

すなわち請求項8記載の発明では、分波手段で各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波した後、分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を監視信号受信手段で受信

することにした。そして、各チャネルの信号光を合波手段で合波する手前の位置に信号レベル調整手段を設けておいて信号レベル調整手段制御手段で本来の信号光が伝送されていないチャネルについては信号レベル調整手段が信号レベルを最大限減衰するように制御して、そのチャネルに回り込んだ信号光を最大限減衰させコヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0025】

請求項9記載の発明では、請求項4、請求項6または請求項8いずれかに記載の光出力制御装置で、信号レベル調整手段は、入力された信号光が実質的に遮断されるレベルまで挿入損失量を増大させることができる信号レベル調整器と、この信号レベル調整器を通過した信号光の光パワーレベルを検出する信号レベル調整器通過後レベル検出手段と、この信号レベル調整器通過後レベル検出手段の検出する光パワーレベルが所定の値となるように信号レベル調整器の信号レベル増減量を調整する信号レベル増減量調整手段とを備えていることを特徴としている。

【0026】

すなわち請求項9記載の発明では、請求項4、請求項6または請求項8いずれかに記載の光出力制御装置で、信号レベル調整手段は、入力された信号光が実質的に遮断されるレベルまで挿入損失量を増大させることができる信号レベル調整器を使用することで、回り込む不要な信号光の影響を実質的に防止できるようにしている。また、信号レベル増減量調整手段で信号レベル調整器を調整することで各チャネルの信号光の出力レベルを調整することができる。

【0027】

請求項10記載の発明では、請求項4、請求項6または請求項8いずれかに記載の光出力制御装置で、信号レベル調整手段は、入力された信号光が実質的に遮断されるレベルまで挿入損失量を増大させることができるアッテネータと、このアッテネータを通過した信号光の光パワーレベルを検出するアッテネータ通過後レベル検出手段と、このアッテネータ通過後レベル検出手段の検出する光パワーレベルが所定の値となるようにアッテネータの挿入損失量を制御する挿入損失量制御手段とを備えていることを特徴としている。

【0028】

すなわち請求項10記載の発明では、請求項4、請求項6または請求項8いずれかに記載の光出力制御装置で、信号レベル調整手段としてアッテネータを一例として挙げている。

【0029】

請求項11記載の発明では、請求項3～請求項8いずれかに記載の光出力制御装置で、分波手段および合波手段はアレイ導波路格子によってそれぞれ構成されていることを特徴としている。

【0030】

すなわち請求項11記載の発明では、請求項3～請求項8いずれかに記載の光出力制御装置で、分波手段および合波手段はアレイ導波路格子によって構成され、導波路のチャネル間で信号光がクロストークする場合を一例として挙げている。

【0031】

請求項12記載の発明では、請求項7または請求項8記載の光出力制御装置で、監視信号受信手段はOSC (Optical Service Channel) 信号を終端するOSC終端部であることを特徴としている。

【0032】

すなわち請求項12記載の発明では、監視信号受信手段をOSC信号を受信するOSC終端部とすることで、本発明を多くの光通信システムで適用可能なことを示している。

【0033】

請求項13記載の発明では、請求項4記載の光出力制御装置に、信号レベル調整手段によって調整された後の信号光を検出する調整後信号光検出手段と、信号光有無検出手段が信号光の入力を検出した状態で調整後信号光検出手段が信号光の検出を行わなかったとき信号レベル調整手段の故障と判定する信号レベル調整手段故障判定手段とを更に具備させている。

【0034】

すなわち請求項13記載の発明では、調整後信号光検出手段を設けることで信

号レベル調整手段によって調整された後の信号光を検出するようにし、信号レベル調整手段故障判定手段によって信号光有無検出手段が信号光の入力を検出した状態で整後信号光検出手段が信号光の検出を行わなかったとき信号レベル調整手段の故障と判定することになっている。これにより、アッテネータ等の信号レベル調整手段の故障を判定することができる。

【0035】

請求項14記載の発明では、(イ) 同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出ステップと、(ロ) この信号光伝送有無検出ステップによって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路を遮断する遮断ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0036】

すなわち請求項14記載の発明では、同一の合波手段に至る複数の経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような信号光伝送手段が存在するとき、この信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を信号光伝送有無検出ステップで経路ごとに検出するようにしている。そして、本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路を遮断ステップで遮断することで、これに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにしてコヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0037】

請求項15記載の発明では、(イ) 同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出ステップと、(ロ) この信号光伝送有無検出ステップによって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路の挿入損失量を本来伝

送する信号光の伝送されている場合よりも増加させる挿入損失量増加ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0 0 3 8】

すなわち請求項 1 5 記載の発明では、同一の合波手段に至る複数の経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような信号光伝送手段が存在するとき、この信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を信号光伝送有無検出ステップで経路ごとに検出するようにしている。そして、本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路については、その挿入損失量を制御することで本来伝送する信号光が伝送されている場合よりも経路の挿入損失量を増大させることにして、回り込んだ信号光が合波手段で合波する量を減少させ、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0 0 3 9】

請求項 1 6 記載の発明では、（イ）各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、（ロ）この分波ステップによって分波されたチャンネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出ステップと、（ハ）これらチャンネルごとに分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、（ニ）分波ステップによって分波されたチャンネルごとの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の通過を遮断するスイッチステップと、（ホ）このスイッチステップで通過したチャンネルの信号光を合波する合波ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0 0 4 0】

すなわち請求項 1 6 記載の発明では、分波ステップで各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波した後、それぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを分波後レベル検出ステップで検出し、信号光有無検出ステップでは信号光の受信最

低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することにした。そして、これらのチャンネルの信号光を合波ステップで合波する前にスイッチステップで遮断することにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波ステップで合波されないようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0041】

請求項17記載の発明では、(イ) 各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、(ロ) この分波ステップによって分波されたチャンネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出ステップと、(ハ) これらチャンネルごとに分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、(ニ) チャンネルごとに分波ステップによって分波されたチャンネルの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、(ホ) この信号レベル調整ステップを経た各チャンネルの信号光を合波する合波ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0042】

すなわち請求項17記載の発明では、分波ステップで各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波した後、それぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを分波後レベル検出ステップで検出し、信号光有無検出ステップでは信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することにした。そして、これらのチャンネルの信号光を合波ステップで合波する前に信号レベル調整ステップで信号レベルを最大限減衰させることにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が最大限減衰された後に合波ステップで合波されるようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0043】

請求項18記載の発明では、(イ)各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、(ロ)この分波ステップによって分波する前の多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析ステップと、(ハ)このスペクトル分析ステップの分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出ステップと、(ニ)この波長別レベル検出ステップで検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、(ホ)分波ステップによって分波されたチャンネルごとの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の通過を遮断するスイッチステップと、(ヘ)このスイッチステップで通過したチャンネルの信号光を合波する合波ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0044】

すなわち請求項18記載の発明では、分波ステップで各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波し、スペクトル分析ステップで分波ステップによって分波する前の多重光におけるスペクトルを分析し、波長別レベル検出ステップでスペクトル分析ステップの分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出し、これにより信号光有無検出ステップでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することになっている。そして、これらのチャンネルの信号光を合波ステップで合波する前にスイッチステップで遮断することにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波ステップで合波されないようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0045】

請求項19記載の発明では、(イ)各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、(ロ)この分波ステップによって分波する前の多重光に

におけるスペクトルを分析するスペクトル分析ステップと、(ハ) このスペクトル分析ステップの分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出ステップと、(ニ) この波長別レベル検出ステップで検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、(ホ) チャンネルごとに分波ステップによって分波されたチャンネルの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、(ヘ) この信号レベル調整ステップを経た各チャンネルの信号光を合波する合波ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0046】

すなわち請求項19記載の発明では、分波ステップで各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光をチャンネルごとの波長に分波し、スペクトル分析ステップで分波ステップによって分波する前の多重光におけるスペクトルを分析し、波長別レベル検出ステップでスペクトル分析ステップの分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出し、これにより信号光有無検出ステップでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することになっている。そして、これらのチャンネルの信号光を合波ステップで合波する前に信号レベル調整ステップで信号レベルを最大限減衰させることにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が最大限減衰された後に合波ステップで合波されるようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0047】

請求項20記載の発明では、(イ) 各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、(ロ) この分波ステップで入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信ステップと、(ハ) 分波ステップによって分波されたチャンネルごとの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の通過を遮断するスイッチステッ

プト、(ニ) このスイッチステップで通過したチャネルの信号光を合波する合波ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0048】

すなわち請求項 20 記載の発明では、分波ステップで各チャネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャネルごとの波長に分波した後、監視信号受信ステップでは、分波ステップで入力する多重光を構成する各チャネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信することになっている。そして、スイッチステップでは、分波ステップによって分波されたチャネルごとの信号光を入力して信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャネルの信号光の通過を遮断することで、これらのチャネルに回り込んだ信号光が合波ステップで合波されないようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0049】

請求項 21 記載の発明では、(イ) 各チャネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャネルごとの波長に分波する分波ステップと、(ロ) この分波ステップで入力する多重光を構成する各チャネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信ステップと、(ハ) チャネルごとに分波ステップによって分波されたチャネルの信号光を入力して監視信号受信ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、(ニ) この信号レベル調整ステップを経た各チャネルの信号光を合波する合波ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0050】

すなわち請求項 21 記載の発明では、分波ステップで各チャネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャネルごとの波長に分波した後、監視信号受信ステップでは、分波ステップで入力する多重光を構成する各チャネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有

無を表わした監視信号を受信することになっている。そして、信号レベル調整ステップでは、分波ステップによって分波されたチャンネルごとの信号光を入力して監視信号受信ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整することで、これらのチャンネルに回り込んだ信号光が最大限減衰された後に合波ステップで合波されるようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0051】

請求項22記載の発明では、(イ) 各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波する分波ステップと、(ロ) この分波ステップによって分波されたチャンネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出ステップと、(ハ) この分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出ステップと、(ニ) 信号光有無検出ステップによって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整ステップと、(ホ) この信号レベル調整ステップを経た各チャンネルの信号光を合波する合波ステップと、(ヘ) 信号レベル調整ステップによって調整された後の信号光の検出を行う調整後信号光検出ステップと、(ト) 信号光有無検出ステップで信号光の入力を検出した状態で調整後信号光検出ステップで信号光の検出が行われなかったとき信号レベル調整ステップによる調整に障害が発生したことを検出する信号レベル調整障害検出ステップとを光出力制御方法に具備させる。

【0052】

すなわち請求項22記載の発明では、分波ステップで各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力してチャンネルごとの波長に分波した後、それぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを分波後レベル検出ステップで検出し、信号光有無検出ステップでは信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することにした。そして、これらのチャンネルの信号光を合波ステップで

合波する前に信号レベル調整ステップで信号レベルを最大限減衰させることにして、そのチャンネルに回り込んだ信号光が最大限減衰された後に合波ステップで合波されるようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。また、調整後信号光検出ステップで信号レベル調整ステップによって調整された後の信号光の検出を行い、信号レベル調整障害検出ステップでは信号光有無検出ステップで信号光の入力を検出した状態で調整後信号光検出ステップで信号光の検出が行われなかったとき信号レベル調整ステップによる調整に障害が発生したことを検出するようにしている。すなわち、これによりアッテネータ等の信号レベル調整に係わる回路部品の不具合を検出することかできる。

【 0 0 5 3 】

請求項 2 3 記載の発明では、コンピュータに、（イ）同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出処理と、（ロ）この信号光伝送有無検出処理によって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路を遮断する遮断処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【 0 0 5 4 】

すなわち請求項 2 3 記載の発明では、同一の合波手段に至る複数の経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような信号光伝送手段が存在するとき、コンピュータに、この信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を信号光伝送有無検出ステップで経路ごとに検出する処理を行わせ、また、本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路については遮断ステップでこれを遮断する処理を行わせる光出力制御プログラムを具備させることで、本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路に回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにしてコヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【 0 0 5 5 】

請求項 2 4 記載の発明では、コンピュータに、（イ）同一の合波手段に至るそれぞれ異なった波長の信号光を伝送する複数の経路からなり、これらの経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部を回り込ませる区間が少なくともそれらの一部に存在するこれらの経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を経路ごとに検出する信号光伝送有無検出処理と、（ロ）この信号光伝送有無検出処理によって本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増加させる挿入損失量増加処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【 0 0 5 6 】

すなわち請求項 2 4 記載の発明では、同一の合波手段に至る複数の経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような信号光伝送手段が存在するとき、コンピュータに、この信号光伝送手段を構成する各経路を本来伝送する信号光の伝送の有無を信号光伝送有無検出ステップで経路ごとに検出する処理を行わせ、また、本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路については本来伝送する信号光が伝送されている場合よりも経路の挿入損失量を増大させる処理を行わせる光出力制御プログラムを具備させることで、本来伝送する信号光の伝送されていないことが検出された経路に回り込んだ信号光が合波手段で合波する量を減少させ、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【 0 0 5 7 】

請求項 2 5 記載の発明では、各チャネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、（イ）分波手段の分波したチャネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出処理と、（ロ）これらチャネルごとに分波後レベル検出処理で検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、（ハ）分波したチャネルごとの信号光を入力して信号光有無検出処理によって信号光が

入力されていないことが検出されたチャネルの信号光を合波手段に入力するのを遮断させるスイッチ処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【0058】

すなわち請求項25記載の発明では、各チャネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、分波後レベル検出処理を行わせることで、分波手段の分波したチャネルごとの信号光の光パワーレベルを検出させ、信号光有無検出処理を行わせることで、これらチャネルごとに分波後レベル検出処理で検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別させてチャネルごとの信号光の入力の有無を検出することになっている。そして、スイッチ処理を行わせることで、信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャネルの信号光を合波手段に入力するのを遮断させることで、そのチャネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0059】

請求項26記載の発明では、各チャネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、(イ) 分波手段の分波したチャネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出処理と、(ロ) これらチャネルごとに分波後レベル検出処理で検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、(ハ) この信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて合波手段に入力させる信号レベル調整処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【0060】

すなわち請求項 2 6 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、分波後レベル検出処理を行わせることで、分波手段の分波したチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出させ、信号光有無検出処理を行わせることで、これらチャンネルごとに分波後レベル検出処理で検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別させてチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することになっている。そして、信号レベル調整処理を行わせることで、信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されるのを最大限減少させて遮断させて、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【 0 0 6 1 】

請求項 2 7 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、（イ）分波手段の分波する前の多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析処理と、（ロ）このスペクトル分析処理によって得られた分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出処理と、（ハ）この波長別レベル検出処理で検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、（ニ）分波したチャンネルごとの信号光を入力して信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光を合波手段に入力するのを遮断させるスイッチ処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【 0 0 6 2 】

すなわち請求項 2 7 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当

てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、スペクトル分析処理を行わせることで分波手段の分波する前の多重光におけるスペクトルを分析させ、また、波長別レベル検出処理を行わせることでスペクトル分析処理によって得られた分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出させ、信号光有無検出処理を行わせることにしている。そして、スイッチ処理を行わせることで、信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光を合波手段に入力するのを遮断させることで、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【 0 0 6 3 】

請求項 2 8 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、（イ）分波手段の分波する前の多重光におけるスペクトルを分析するスペクトル分析処理と、（ロ）このスペクトル分析処理によって得られた分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出する波長別レベル検出処理と、（ハ）この波長別レベル検出処理で検出した波長ごとの光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、（ニ）分波したチャンネルごとの信号光を入力して信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光信号レベルが最大限減衰して合波手段に入力するように制御する信号レベル調整処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【 0 0 6 4 】

すなわち請求項 2 8 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整

した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、スペクトル分析処理を行わせることで分波手段の分波する前の多重光におけるスペクトルを分析させ、また、波長別レベル検出処理を行わせることでスペクトル分析処理によって得られた分析結果からチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出させ、信号光有無検出処理を行わせることにしている。そして、信号レベル調整処理を行わせることで、信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されるのを最大限減少させて遮断させて、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【 0 0 6 5 】

請求項 2 9 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、（イ）分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信処理と、（ロ）この監視信号受信処理によって得られた受信結果から信号光が送出されていないとされたチャンネルの信号光が合波手段に入力するのを遮断させるスイッチ処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【 0 0 6 6 】

すなわち請求項 2 9 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、監視信号受信処理を行わせて分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信し、スイッチ処理では監視信号受信処理によって得られた受信結果から信号光が送出されていないとされたチャンネルの信号光が合波手段に入力するのを遮断させ

ることで、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されないようにして、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止できるようにした。

【0067】

請求項30記載の発明では、各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、（イ）分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信する監視信号受信処理と、（ロ）この監視信号受信処理によって得られた受信結果から信号光が送出されていないとされたチャンネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて合波手段に入力させる信号レベル調整処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【0068】

すなわち請求項30記載の発明では、各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、監視信号受信処理を行わせて分波手段に入力する多重光を構成する各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信し、信号レベル調整処理では監視信号受信処理によって得られた受信結果から信号光が送出されていないとされたチャンネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて合波手段に入力させることで、他のチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されるのを最大限減少させて遮断させて、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。

【0069】

請求項31記載の発明では、各チャンネルに1つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、（イ

）分波手段によって分波されたチャンネルごとに信号光の光パワーレベルを検出する分波後レベル検出処理と、（ロ）分波後レベル検出ステップで検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別することでチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出する信号光有無検出処理と、（ハ）この信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整する信号レベル調整処理と、（ニ）この信号レベル調整処理によって調整された後の信号光の検出を行う調整後信号光検出処理と、（ホ）信号光有無検出処理で信号光の入力を検出した状態で整後信号光検出処理で信号光の検出が行われなかったとき信号レベル調整処理による調整に障害が発生したことを検出する信号レベル調整障害検出処理とを実行させる光出力制御プログラムを具備させる。

【 0 0 7 0 】

すなわち請求項 3 1 記載の発明では、各チャンネルに 1 つずつ対応させて割り当てたそれぞれの波長の信号光を多重した多重光を入力して分波する分波手段と、この分波手段によってチャンネルごとに分波された信号光の光パワーレベルを調整した後の信号光を入力して合波する合波手段とを備えた中継装置のコンピュータに、分波後レベル検出処理を行わせることで、分波手段の分波したチャンネルごとの信号光の光パワーレベルを検出させ、信号光有無検出処理を行わせることで、チャンネルごとに分波後レベル検出処理で検出した光パワーレベルが信号光の受信最低レベルよりも低いかどうかを判別させてチャンネルごとの信号光の入力の有無を検出することになっている。そして、信号レベル調整処理を行わせることで、信号光有無検出処理によって信号光が入力されていないことが検出されたチャンネルの信号光の信号レベルを最大限減衰させて、そのチャンネルに回り込んだ信号光が合波手段で合波されるのを最大限減少させて遮断させて、コヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした。また、調整後信号光検出処理を行うことによって信号レベル調整処理によって調整された後の信号光の検出を行い、信号レベル調整障害検出処理を行うことによって信号光有無検出処理で信号光の入力を検出した状態で整後信号光検出処理で信号光の検出が行われなかったとき信号レベル調整処理による調整に障害が発生したことを検出することになっている

。すなわち、これによりアッテネータ等の信号レベル調整処理に係わる回路部品の不具合を検出することかできる。

【0071】

【発明の実施の形態】

【0072】

【実施例】

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0073】

<第1の実施例>

【0074】

図1は、本発明の第1の実施例におけるレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたものである。このレベルイコライザ付光中継局150は、入力される波長分割多重光151が図示しない伝送路を経て伝送されてきた際の損失分を一括して増幅するプリアンプ152を備えている。プリアンプ152の出力する波長分割多重光153は、各波長の光パワーレベルを等しくするためのレベルイコライザ部154に入力される。レベルイコライザ部154で各波長の光パワーレベルを等しくした後の波長分割多重光156はポストアンプ157で増幅された後、出力波長分割多重光158としてレベルイコライザ付光中継局150から外部の図示しない伝送路に送出されるようになっている。レベルイコライザ付光中継局150内には局内の各種管理を行うための装置管理部159が設けられている。

【0075】

ところで、レベルイコライザ部154は、プリアンプ152からの波長分割多重光153を入力する第1のアレイ導波路格子(AWG)161を備えており、入力された波長分割多重光151は各波長の信号光に分波されるようになっている。分波後の各波長成分としての各チャネルCH-1~CH-nの信号光162₁~162_nは、それぞれ第1の光分岐器163₁~163_nによって2方向に分波され、それらの一方が第1のフォトダイオード(PD)164₁~164_nのうちの対応するものに入力されるようになっている。これら第1のフォトダイオード

164₁～164_nは、第1のアレイ導波路格子161で分波された後の信号光の信号レベルを検出し、それらの結果を装置管理部159に入力するようになっている。装置管理部159は、チャンネルごとにこれらの信号レベルを所定のしきい値と比較して、しきい値以下の信号レベルしか検出できないチャンネルについては本来の信号光が到来していないチャンネルであると判別する。また、しきい値を超える信号レベルが検出されたチャンネルについては本来の信号光が到来しているチャンネルであると判別する。

【0076】

第1の光分岐器163₁～163_nによって分波された他方の信号光はアッテネータ(ATT)165₁～165_nの対応するものに入力されるようになっている。アッテネータ165₁～165_nは挿入損失量を調整することで入力された波長の信号光のレベルを目標値まで減衰させるもので、ほぼ減衰の生じない状態から信号光を事実上遮断する状態まで連続的に変化させるようになっている。このようなアッテネータ165₁～165_nは、たとえば可変光アッテネータとして各種商品化されており、入力された光を20dBあるいはこれ以上減衰することができる。

【0077】

これらアッテネータ165₁～165_nの出力側には、第2の光分岐器166₁～166_nの対応するものが接続されており、それぞれ入力された信号光を2方向に分波し、それらの一方が第2のフォトダイオード(PD)167₁～167_nのうちの対応するものに入力されるようになっている。これら第2のフォトダイオード167₁～167_nは、アッテネータ165₁～165_nを経た信号光の信号レベルを検出するもので、それらの結果は装置管理部159に入力され、これによってアッテネータ165₁～165_nの挿入損失量のフィードバック制御が行われることになる。第2の光分岐器166₁～166_nの他方の出力は、それぞれ第2のアレイ導波路格子168に入力され、各波長が多重される。第2のアレイ導波路格子168から出力される波長分割多重光156は先に説明したようにポストアンプ157で増幅された後、出力波長分割多重光158としてレベルイコライザ付光中継局150から外部に出力されることになる。

【0078】

ところで、本実施例のレベルイコライザ付光中継局 150 では、第 1 のフォトダイオード 164₁～164_nの中で検出した光パワーレベルが信号光の到来している場合に想定される値以下のものとなっている場合、装置管理部 159 はそのチャンネルが無信号状態であると判別して、アッテネータ 165 の挿入損失量を最大にするようにしている。たとえば第 n のチャンネルにつての第 1 のフォトダイオード 164_nの検出した光パワーレベルが所定の無信号判別レベル L₁以下となっていたとする。この場合、装置管理部 159 は第 n のチャンネルの第 2 のフォトダイオード 167_nの検出した光パワーレベルによるアッテネータ 165_nを用いたフィードバック制御を行わないようにしている。すなわち、信号光が到来していない第 n のチャンネルについては、その第 2 の光分岐器 166_nから第 2 のアレイ導波路格子 168 に出力される信号光を遮断するシャットダウン制御を行う。

【0079】

一方、第 n のチャンネルの第 1 のフォトダイオード 164_nの検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L₁を超えており光入力ありと判定されたにも係わらず、後段の第 n のチャンネルの第 2 のフォトダイオード 167_nの出力する光パワーレベルが異常に低い状態に保たれる場合がある。この場合には、第 n のチャンネルのアッテネータ 165_nおよび第 2 のフォトダイオード 167_nによるフィードバック制御が正常に動作せず、挿入損失量の制御を行えない入力断状態となっていると判断される。したがって、装置管理部 159 は第 n のチャンネルの第 2 のフォトダイオード 167_nの検出出力が入力断検出レベル (LOS レベル) L₂以下となっているときには、第 n のチャンネルのアッテネータ 165_nが故障している結果として光が遮断されていると判定するようになっている。

【0080】

ところで、装置管理部 159 は図示しない CPU (中央処理装置) と制御用のプログラムを格納した ROM (リード・オンリ・メモリ) および作業用メモリとしての RAM (ランダム・アクセス・メモリ) を備えている。また、図示しないインターフェイス回路を介してレベルイコライザ部 154 内の第 1 のフォトダイオード 164₁～164_nおよび第 2 のフォトダイオード 167₁～167_nから検

出出力を入力し、またアッテネータ $165_1 \sim 165_n$ の挿入損失量の制御して特定チャンネルのシャットダウン制御やアッテネータ 165 の故障検出を行うようになっている。

【0081】

図2は、装置管理部の行うシャットダウン制御の流れを表わしたものである。装置管理部159の前記したCPUはレベルイコライザ付光中継局150が起動すると、まずチャンネルを表わすパラメータ k を“1”に初期化する（ステップS171）。そして、第 k のチャンネル（この場合には第1のチャンネル）についての第1のフォトダイオード 164_1 の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 以下であるかどうかを判別する（ステップS172）。無信号判別レベル L_1 を超えた正常な場合であれば（N）、その第1のチャンネルについてシャットダウン中であるかどうかを前記したRAMに格納されているデータを見てチェックし（ステップS173）、前回も正常でシャットダウン制御が行われていなければ（N）、パラメータ k を“1”だけ加算して“2”にする（ステップS174）。そして、加算後のパラメータ k の値がチャンネル数 n を越えていなければ（ステップS175：N）、ステップS172に戻って第2のチャンネルについて同様の制御を行う。以下同様である。

【0082】

ところで、たとえば第 n のチャンネルの信号光が無信号状態となっていたとする。この場合、パラメータ k が“1”に初期化された後の n 回目のステップS172の処理で第1のフォトダイオード 164_n の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 以下となる（Y）。このとき、装置管理部159の前記したCPUは第 n のチャンネルについてシャットダウン制御を行う（ステップS176）。このシャットダウン制御では対応するアッテネータ 165_n の挿入損失量が最大にされるとともに、前記したRAMのシャットダウン領域の対応するチャンネルのフラグが“1”にセットされていない場合にはこれを“1”にセットする。そして、ステップS174でパラメータ k が“1”だけ加算される。この結果パラメータ k は“ n ”を超えるので（Y）、再びステップS171に戻ってパラメータ k が“1”に初期化され、第2サイクル目の制御が開始されることになる。この

ようにしてある制御サイクルで無信号状態となったチャネルが出現すると、そのチャネル k についてシャットダウン制御が行われることになる。

【0083】

以上説明した制御はレベルイコライザ付光中継局150（図1）が起動されている間、継続して行われる。このため、たとえば第 n のチャネルについてある制御サイクルでシャットダウン制御が行われても、その後に回線の障害が復旧する等で信号光が再び流れ始めると、第1のフォトダイオード164 $_n$ の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 を超えることになる（ステップS172：N）。このとき、装置管理部159の前記したCPUは前記したRAMをチェックしてシャットダウン中であると判別したときには（ステップS173：Y）その第 n のチャネルについて行われていたシャットダウン制御を解除する（ステップS177）。すなわち、第 n のチャネルのアッテネータ165 $_n$ の挿入損失量を第2のフォトダイオード167 $_n$ の検出した光パワーレベルに応じて制御させることになる。また、前記したRAMのシャットダウン領域の対応する第 n のチャネルのフラグを“0”にリセットする。

【0084】

図3は、装置管理部の行うアッテネータの故障検出の制御の内容を示したものである。装置管理部159の前記したCPUはレベルイコライザ付光中継局150が起動すると、まずチャネルを表わすパラメータ k を“1”に初期化する（ステップS181）。そして、第 k のチャネル（この場合には第1のチャネル）についての第2のフォトダイオード167 $_1$ の検出した光パワーレベルが入力断検出レベル（LOSレベル） L_2 以下であるかどうかを判別する（ステップS182）。LOSレベル L_2 を超えていれば（N）、第1のチャネルのアッテネータ165 $_1$ の挿入損失量は少なくとも最大値に固定されていることはない。そこでこの場合にはパラメータ k を“1”だけ加算して“2”にする（ステップS183）。そして、加算後のパラメータ k の値がチャネル数 n を越えていなければ（ステップS184：N）、ステップS182に戻って第2のチャネルについて同様の制御を行う。以下同様である。

【0085】

ところで、たとえば第 n のチャネルの信号光が無信号状態となっていたとする。この場合、パラメータ k が “1” に初期化された後の n 回目の図 2 のステップ S 172 の処理で第 1 のフォトダイオード 164_n の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_1 以下となり、図 2 のステップ S 176 の制御で説明したように前記した RAM のシャットダウン領域の第 n のチャネルのフラグが “1” にセットされている（あるいはこの図 3 による第 n のチャネルの処理の方が図 2 による処理の前に行われるようなことがあっても、次の処理サイクルでシャットダウン領域の第 n のチャネルのフラグが “1” にセットされている）。そこで第 2 のフォトダイオード 167_n の検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_2 以下の場合（ステップ S 182：Y）、CPU は第 n のチャネルについてのフラグが “1” にセットされているかどうかをチェックすることで第 n のチャネルがシャットダウン中であるか、すなわち第 n のチャネルの信号光が無信号状態となっているかどうかを判別する（ステップ S 185）。

【0086】

シャットダウン中であれば（Y）、第 n のチャネルのアッテネータ 165_n の挿入損失量が最大となっているので、第 2 のフォトダイオード 167_n が検出した光パワーレベルが無信号判別レベル L_2 以下となっているのは正常なことである。そこでこの場合には特段の処理を行うことなくステップ S 183 に進んで次の第 2 サイクル目の制御を開始することになる。

【0087】

これに対して第 n のチャネルがシャットダウン中でなかった場合には（ステップ S 185：N）、この第 n のチャネルに信号光が入力されていることになる。これにも係わらず第 2 のフォトダイオード 167_n の検出した光パワーレベルが入力断検出レベル L_2 以下であるとすれば、CPU は第 n のチャネルのアッテネータ 165_n が故障していると判別する（ステップ S 186）。なお、第 2 のフォトダイオード 167_n が故障しても同様に光パワーレベルが入力断検出レベル L_2 以下となる場合があるので、両者のいずれかが故障しているとする判定も可能である。

【0088】

以上説明したように本発明の第1の実施例では第1のアレイ導波路格子161で分波した各チャネルの信号光の光パワーレベルを第1のフォトダイオード164₁~164_nで検出することにしたので、本来の信号光が到来しないことを検出することができるだけでなく、本来の信号光が到来しない状態で他のチャネルから回ってきた信号光の光パワーレベルを検出することが可能である。また、それぞれのチャネルの信号光を第1のフォトダイオード164₁~164_nで検出した光パワーレベルを比較することで、多重光を伝送してきた伝送路の特性をスペクトル分析という形で分析することができる。

【0089】

<第2の実施例>

【0090】

図4は本発明の第2の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたものである。このレベルイコライザ付光中継局200は、入力される波長分割多重光201を増幅するプリアンプ202を備えている。プリアンプ202の出力する波長分割多重光203は、各波長の光パワーレベルを等しくするためのレベルイコライザ部204に入力される他、光スペクトラムの測定を行う光スペクトラム測定部205に入力されるようになっている。レベルイコライザ部204で各波長の光パワーレベルを等しくした後の波長分割多重光206はポストアンプ207で増幅された後、出力波長分割多重光208としてレベルイコライザ付光中継局200から外部に出力されるようになっている。レベルイコライザ付光中継局200内には装置管理部209が設けられている。装置管理部209はレベルイコライザ部204ならびに光スペクトラム測定部205と接続されており、レベルイコライザ付光中継局200内における各種管理のための制御を行うようになっている。光スペクトラム測定部205は、一般には多重した各波長の信号光の光パワーレベルや中心周波数あるいはS/N（信号対残音比）等の特性を測定し伝送品質の評価等のために使用される。

【0091】

本実施例のレベルイコライザ部204は、プリアンプ202からの波長分割多重光203を入力する第1のアレイ導波路格子（AWG）211を備えており、

入力された波長分割多重光 201 は各波長の信号光に分離されるようになっている。分離後の各波長成分としての各チャネル $CH-1 \sim CH-n$ の信号光 $212_1 \sim 212_n$ は、それぞれアッテネータ (ATT) $214_1 \sim 214_n$ のうちの対応するものに入力されるようになっている。アッテネータ $214_1 \sim 214_n$ は、挿入損失量を調整することで入力された波長の信号光のレベルを目標値まで減衰させるもので、装置管理部 209 がそれぞれの調整を行うようになっている。

【0092】

これらアッテネータ $214_1 \sim 214_n$ の出力側にはそれぞれ光分岐器 $215_1 \sim 215_n$ が設けられており、分波した一方の信号光をフォトダイオード (PD) $216_1 \sim 216_n$ のうちそれぞれ対応するものに導いて、アッテネータ $113_1 \sim 113_n$ を経た信号光の光パワーレベルの検出を行うようになっている。光分岐器 $215_1 \sim 215_n$ によって分波された他方の信号光のそれぞれは第 2 のアレイ導波路格子 217 に入力され、各波長が多重される。第 2 のアレイ導波路格子 217 から出力される波長分割多重光 206 は先に説明したようにポストアンプ 207 で増幅された後、出力波長分割多重光 208 としてレベルイコライザ付光中継局 200 から外部に出力されることになる。

【0093】

本実施例のレベルイコライザ付光中継局 200 では、光スペクトラム測定部 205 で波長分割多重光 203 を測定することにより、各波長の信号光の有無を判別するようになっている。この判別結果はチャネルアライブ (Channel Alive) 情報 221 として装置管理部 209 が収集し、レベルイコライザ部 204 に渡すことになる。レベルイコライザ部 204 はチャネルアライブ情報 221 を基にして、たとえば第 n のチャネルのアッテネータ 214_n が故障しているときにはその挿入損失量を最大にして、その第 n のチャネルの信号光についてシャットダウン制御を行う。

【0094】

また、チャネルアライブ情報 221 でたとえば第 n のチャネルの信号光が入力されていると判別された状態で、アッテネータ 214_n の出力側に接続されているフォトダイオード 216_n が光入力断と判定したような場合には、該当する第

n のチャンネルのアッテネータ 214_n が故障した結果として光の遮断が生じたものとみなすことになる。これを次に具体的に説明する。

【0095】

図5は、レベルイコライザATT制御部とこれに関連する回路部分を表わしたものである。レベルイコライザATT制御部231は、図4にはその範囲を直接示していないがレベルイコライザ部内に設けられている。レベルイコライザATT制御部231は図4に示したアッテネータ $214_1 \sim 214_n$ と光分岐器 $215_1 \sim 215_n$ ならびにフォトダイオード $216_1 \sim 216_n$ を含んでいる。ただし、図示を簡略化するために図5では第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n と同じく第 n のチャンネルのフォトダイオード 216_n のみを示している。レベルイコライザATT制御部231は、これらの他に、制御CPU（中央処理装置）232と、この制御CPU232にフォトダイオード 216_n の出力をデジタルデータとして与えるためのA/D変換器（A/D）233と、制御CPU232によって演算された挿入損失の量をアナログデータに変換するためのデジタル・アナログ変換を行うD/A変換器（D/A）234と、このD/A変換器234の出力するアナログデータを基にして第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n の挿入損失の増減を実現するATT駆動回路235とを備えている。アッテネータ $214_1 \sim 214_n$ と光分岐器 $215_1 \sim 215_n$ およびフォトダイオード $216_1 \sim 216_n$ はそれぞれチャンネル数だけレベルイコライザATT制御部231に備えられているので、A/D変換器233、D/A変換器234およびATT駆動回路235は n のチャンネル分だけ存在することになる。ただし、処理を時分割的に行うことのできる回路では、その分だけ回路数を削減することができる。

【0096】

アッテネータ 214_n は、図4に示した第1のアレイ導波路格子211から第 n のチャンネルの信号光 212_n を入力してATT駆動回路235によって挿入損失を制御される。そして、第 n のチャンネルの信号光 236_n として光分岐器 215_n に入力されて分岐され、その一方が図4に示す第2のアレイ導波路格子217に入力されると共に、他方が第 n のチャンネルのフォトダイオード 216_n に入力され、光パワーレベルの検出出力が第 n のチャンネルの信号光 237_n としてA

／D変換器233に入力されることになる。制御CPU232は、図示しないROM（リード・オンリ・メモリ）に格納された制御プログラムを実行することで、レベルイコライザATT制御部231内の各種制御および情報収集を行うようになっている。図5に示した第nのチャンネルの信号光237_nについて説明すれば、制御CPU232はA／D変換器233で変換後のデジタル信号としての光パワーレベルをチェックすることによって、第nのチャンネルの信号光236_nが先の第1の実施例における入力断検出レベル（LOSレベル）L₂以下となっているかどうかを判別することになる。

【0097】

一方、光スペクトラム測定部205は波長分割多重光203（図4参照）のスペクトラムを測定する。この例の場合には第nのチャンネルの波長に相当するスペクトル成分の光パワーレベルと、そのときのS／N（信号対雑音比）の関係からその波長の信号光の有無を判定する。そして、各チャンネルの同様の信号光の有無を表わした判定結果をチャンネルアライブ情報221として装置管理部209に送信することになる。

【0098】

装置管理部209は、図示しないCPUおよびこのCPUの実行するプログラムを格納したROM等の記憶媒体（図示せず）によって構成されている。装置管理部209は、図5に示すユーザ端末238の他にレベルイコライザ付光中継局200内の各種部品と接続されており、各種情報の収集と設定を行うようになっている。ユーザ端末238を例にとる。ユーザ端末238は図示しないインターフェイス回路を介して装置管理部209と接続されている。ユーザはユーザ端末238を操作することによって装置管理部209を通してレベルイコライザ付光中継局200の各種設定を行うことができる。また、レベルイコライザ付光中継局200内の各種回路装置の状態のうちで必要なものは装置管理部209からユーザ端末23に送信され、図示しないディスプレイやスピーカを通じてユーザ側に通知されるようになっている。

【0099】

装置管理部209は、先に説明したようにチャンネルアライブ情報221を制御

CPU 232に送出するようになっている。制御CPU 232はこのチャネルアライブ情報221における第nのチャネルの情報が光入力なしを示しているとき、レベルイコライザATT制御部231からの光出力をこのチャネルに関してシャットダウンする制御を行う。このため制御CPU 232はアッテネータ214_nについての挿入損失量を最大にさせるためのATT駆動回路制御信号241をD/A変換器234に送出する。D/A変換器234はこれをD/A変換する。変換後のアナログ信号としてのATT駆動回路制御信号242はATT駆動回路235に供給される。ATT駆動回路235は、ATT駆動回路制御信号242を受信して第nのチャネルの情報が光入力なしのときには信号光212_nの挿入損失量が最大となるように制御することになる。

【0100】

一方、制御CPU 232はチャネルアライブ情報221における第nのチャネルの情報が光入力ありを示しており、かつ第nのチャネルのフォトダイオード216_nの検出した光パワーレベルが入力断検出レベル（LOSレベル）L₂以下のときには、第nのチャネルのアッテネータ214_nが故障した結果として光レベルが低下しているとみなす。この場合には該当するアッテネータが故障したことを警告するためのアッテネータ故障警告報告244を装置管理部209に対して送出する。装置管理部209はこれを受けて、アッテネータ故障警告報告245をユーザ端末238に対して送信することになる。

【0101】

図6はレベルイコライザATT制御部の動作を各状態の遷移の様子として表わしたものである。図5に示したレベルイコライザATT制御部231は、次に説明する第1の状態251から第5の状態255までの5つの異なった状態をとることができる。なお、図5に示した制御CPU 232は、光入力断（LOS）を検出する入力断検出レベルL₂を閾値として保持しており、この入力断検出レベルL₂よりも低い値が検出されたときには入力断の判定を行うようになっている。次にレベルイコライザATT制御部231のとり第1の状態251～第5の状態255を順に説明する。

【0102】

(第1の状態251)

第1の状態251は、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルアライブ情報221が光入力ありの状態であり、対応するチャンネル（以下、第 n のチャンネルを例示する。）のフォトダイオード216 $_n$ が検出する光パワーレベルが光入力断を検出する閾値よりも大きい状態である。また、第1の状態251では第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われていない。すなわち、第1の状態251のときには、該当するフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルが設定目標値となるように第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量の可変制御が行われる。

【0103】

(第2の状態252)

第2の状態252では、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルアライブ情報221が光入力ありの状態である。この状態で、第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われている。この結果、第 n のチャンネルのフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルが、光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベル L_2 以下となっている。

【0104】

(第3の状態253)

第3の状態253では、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルアライブ情報221が光入力なしの状態であり、第 n のチャンネルのアッテネータ214 $_n$ の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われている。この結果、第 n のチャンネルのフォトダイオード216 $_n$ の検出する光パワーレベルが、光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベル L_2 以下となっている。

【0105】

(第4の状態254)

第4の状態254では、図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管

理部 2 0 9 を経て得られるチャネルアライブ情報 2 2 1 が光入力ありの状態であり、第 n のチャネルのアッテネータ 2 1 4 _{n} の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われていない。この第 4 の状態 2 5 4 は過渡状態であり、第 n のチャネルのフォトダイオード 2 1 6 _{n} の検出する光パワーレベルによって、他のどの状態に遷移するかの判定が行われる。

【 0 1 0 6 】

(第 5 の状態 2 5 5)

第 5 の状態 2 5 5 では、図 5 に示した光スペクトラム測定部 2 0 5 から装置管理部 2 0 9 を経て得られるチャネルアライブ情報 2 2 1 が光入力ありの状態であり、第 n のチャネルのフォトダイオード 2 1 6 _{n} の検出する光パワーレベルが、光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベル L_2 以下となっている。また、第 n のチャネルのアッテネータ 2 1 4 _{n} の挿入損失量を最大にするシャットダウン制御が行われていない。この第 5 の状態 2 5 5 は第 n のチャネルのアッテネータ 2 1 4 _{n} の故障とみなされ、アッテネータ故障警告報告 2 4 4 が装置管理部 2 0 9 に対して送出される。

【 0 1 0 7 】

次に第 1 ～第 5 の状態 2 5 1 ～2 5 5 の間における遷移の方向およびそのトリガを図 6 と共に説明する。

(第 1 の状態 2 5 1 から第 2 の状態 2 5 2 への遷移)

第 n のチャネルのフォトダイオード 2 1 6 _{n} が検出する光パワーレベルが第 1 の状態 2 5 1 から低下していくと (ステップ S 2 6 1)、遂にはこの検出する光パワーレベルが入力断検出レベル L_2 を表わす閾値以下となる。これにより、レベルイコライザ A T T 制御部 2 3 1 は第 n のチャネルのアッテネータ 2 1 4 _{n} の挿入損失量を最大にすることでその光出力を停止する (第 2 の状態 2 5 2 へ遷移)。

【 0 1 0 8 】

(第 1 の状態 2 5 1 から第 3 の状態 2 5 3 への遷移)

図 5 に示した光スペクトラム測定部 2 0 5 から装置管理部 2 0 9 を経て得られるチャネルアライブ情報 2 2 1 が第 n のチャネルについて光入力ありの状態とな

っている第1の状態251から光入力なしの状態に変化すると（ステップS262）、レベルイコライザATT制御部231は第nのチャンネルのアッテネータ214_nの挿入損失量を最大にすることでその光出力を停止する（第3の状態253へ遷移）。

【0109】

（第2の状態252から第3の状態253への遷移）

図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルアライブ情報221が第nのチャンネルについて光入力ありの状態となっている第2の状態252から光入力なしの状態に変化すると（ステップS263）、第3の状態253へ遷移する。

【0110】

（第2の状態252から第4の状態254への遷移）

第2の状態252のまま一定時間が過ぎて、チャンネルアライブ情報221の取得までの後述する保護期間が経過したとき（ステップS264）、自動的に第4の状態254へ遷移する。図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209にチャンネルアライブ情報221が入力されると、装置管理部209はこれをソフトウェアで処理して転送する。このソフトウェア処理によって、レベルイコライザATT制御部231がチャンネルアライブ情報221を取得するのに所定の遅延時間が発生する。また、光スペクトラム測定部205は一定の測定周期で測定を行うので、第nのチャンネルの信号光について光入力が失われたときからこれを反映したチャンネルアライブ情報221がレベルイコライザATT制御部231に到達するまでにも遅延が発生する。これらによる遅延時間分を保護期間と称している。この保護期間が経過しても、なおチャンネルアライブ情報221が第2の状態252としての光入力ありを示すときには第4の状態254へ遷移させて、シャットダウンを解除することになる。

【0111】

（第3の状態253から第4の状態254への遷移）

図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルアライブ情報221が第nのチャンネルの信号光について光入力なしの

状態となっている第3の状態253から光入力ありの状態に変化すると（ステップS265）、レベルイコライザATT制御部231は第4の状態254へ遷移させる。そして第nのチャンネルのアッテネータ214_nの挿入損失量を減少させ、光出力を開始させる。

【0112】

（第4の状態254から第1の状態251への遷移）

第4の状態254でシャットダウンを解除すると、第nのチャンネルのフォトダイオード216_nの検出した光パワーレベルを判定した結果が光入力断を検出する閾値よりも大きいので（ステップS266）、第1の状態251へ遷移する。

【0113】

（第4の状態254から第3の状態253への遷移）

図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が光入力ありの状態となっている第4の状態254から光入力なしの状態に変化すると（ステップS267）、レベルイコライザATT制御部231は第3の状態253へ遷移させる。これにより、第nのチャンネルのアッテネータ214_nの挿入損失量を最大にしてその光出力を停止する。

【0114】

（第4の状態254から第5の状態255への遷移）

第4の状態254でシャットダウンを解除したとき、第nのチャンネルのフォトダイオード216_nの検出する光パワーレベルが光入力断を検出する閾値としての入力断検出レベルL₂以下となっている（ステップS268）。そこで第5の状態255へ遷移する。

【0115】

（第5の状態255から第1の状態251への遷移）

第nのチャンネルのフォトダイオード216_nの検出した光パワーレベルを判定した結果が光入力断を検出する閾値よりも小さい第5の状態255で閾値よりも大きくなると（ステップS269）、第1の状態251へ遷移する。

【0116】

（第5の状態255から第3の状態253への遷移）

図5に示した光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221が第nのチャンネルの信号光について光入力ありの状態となっている第5の状態255から光入力なしの状態に変化する(ステップS270)。これにより、レベルイコライザATT制御部231は第3の状態253へ遷移させて、第nのチャンネルのアッテネータ214_nの挿入損失量を最大にすることでその光出力を停止する。

【0117】

以上説明したように本発明の第2の実施例では光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221を使用して各波長の信号光の有無を判別し、信号光が到来していない無信号状態のチャンネルについては対応するアッテネータ214の挿入損失量を最大とする制御を行っている。これによりアッテネータ214₁～214_nの前段にフォトダイオードを配置してそれぞれのチャンネル(波長)の光入力断を検出することが不要となる。このため、レベルイコライザATT制御部231を構成するフォトダイオードの数を半減させることができ、レベルイコライザ部の実装面積を減少させることができる。

【0118】

また、第2の実施例では光スペクトラム測定部205から装置管理部209を経て得られるチャンネルライブ情報221と、アッテネータ214₁～214_nのそれぞれ出力側に配置されたフォトダイオードが検出する光パワーレベルと光入力断を検出する閾値との比較結果を用いて、制御CPU232でソフトウェアによる処理を行うことにした。そして、状態遷移の遷移トリガとしてアッテネータ214₁～214_nの故障検出を行うようにしたので、これらアッテネータ214₁～214_nの前段にアレイ導波路格子で分離された後の信号光の波長の有無を判定するフォトダイオードを用意しなくてもアッテネータ214₁～214_nの故障を検出することができる。

【0119】

<第3の実施例>

【0120】

図7は、本発明の第3の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたものである。このレベルイコライザ付光中継局300で図4に示したレベルイコライザ付光中継局200と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。本実施例のレベルイコライザ付光中継局300は、図4に示したレベルイコライザ付光中継局200と同様に、入力される波長分割多重光201を増幅するプリアンプ202を備えている。プリアンプ202の出力側には、レベルイコライザ部204が設けられており、各波長の光パワーレベルを等しくするようになっている。レベルイコライザ部204を通過した後の波長分割多重光206はポストアンプ207で増幅され、出力波長分割多重光208としてレベルイコライザ付光中継局300から外部に出力されるようになっている。

【0121】

一方、本実施例のレベルイコライザ付光中継局300内には図4に示した光スペクトラム測定部205に相当する回路部分は存在せず、代わってOSC終端部305がチャネルアライブ情報を取得する手段として設けられている。OSC終端部305は、装置管理情報を伝達するOSC (Optical Service Channel) 信号306を終端するようになっている。波長分割多重通信方式の通信システムでは、端局で多重前の信号を監視することが可能である。そこで、このような通信システムでは、多重前の各波長の信号光の有無をチャネルアライブ (Channel Alive) 情報として収集し、これをOSC信号306としてレベルイコライザ付光中継局300に送っている。第3の実施例ではこのOSC信号306を終端するOSC終端部305から装置管理部308にこれらのチャネルアライブ情報307を送出させ、装置管理部308はこれをレベルイコライザ部204に転送するようになっている。

【0122】

レベルイコライザ部204では、チャネルアライブ情報307を基にして、たとえば第 n のチャネルの信号光の入力がないことを判別すると、図5に示したATT駆動回路235に対して第 n のチャネルの信号光 212_n の挿入損失量が最大となるように第 n のチャネルのアッテネータ 214_n の挿入損失量を制御させ

ることで、シャットダウン制御を行う。また、レベルイコライザ部 204 に送出されたチャンネルライブ情報 307 が第 n のチャンネルの信号光の入力があると判別した場合には、その第 n のチャンネルのフォトダイオード 216_n が検出する光パワーレベルが入力断検出レベル (LOS レベル) L_2 を表わしたしきい値以下であるかどうかを判別する。そして、しきい値以下の場合には、第 n のチャンネルのアッテネータ 214_n が故障してその結果として光信号が遮断されたこととみなすことになる。

【0123】

このように本発明の第 3 の実施例では、光スペクトラム測定部 205 を備えない装置でも光スペクトラムの測定に代えて OSC 終端部 305 がチャンネルライブ情報を取得するのでチャンネルライブ情報をレベルイコライザ部 204 に送出することが可能になり、レベルイコライザ部 204 内でのフォトダイオードの個数を半減することが可能になる。

【0124】

なお、以上説明した第 1 ～ 第 3 の実施例ではレベルイコライザ付光中継局 150、200、300 について本発明を適用したが、これに限るものではない。たとえば光ファイバの波長特性との関係で、周波数に応じて光パワーレベルが増加するような特性が要求される場合には、中継局から出力される特性はそれに応じたものとなる。一般に多重光を分波した後のそれぞれの信号光の信号レベルを検出してアッテネータの挿入損失でこれらを所定のレベルに調整すると共に、検出した信号レベルが所定の閾値以下または未満である場合にアッテネータの挿入損失量を最大にしてシャットダウン制御を行うすべての光出力制御装置に本発明を適用することができる。

【0125】

また本発明ではアレイ導波路格子 (AWG) を用いて多重光の分波やその後の多重を行ったが、他の光デバイスを用いる光出力制御装置に対しても本発明を同様に適用することができる。更に分波手段によって分波された後の全チャンネルの信号光は光パワーレベルの調整が行われた後にすべて合波手段に入力される必要はなく、たとえばアド・ドロップ (光信号光の挿入と拔出) を行うチャンネルが存

在してもよいことは当然である。

【0126】

また、本発明の実施例では信号レベルを調整するための手段としてアッテネータを使用した。信号レベルの減衰だけでなく増加を行うように増幅機能を兼ね備えた信号レベル調整手段であっても構わない。更に、信号光の到来していないチャンネルに回ってくる他のチャンネルの信号光を遮断させるという目的からは単に入力された信号光を通過または遮断する光スイッチが信号レベル調整手段の代わりに設けられてよいことも当然である。

【0127】

更に本発明の実施例では分波用および合波用の一対のアレイ導波路格子を用いた場合の合波された導波路に生じる本来同一波長の信号光におけるクロストークを防止する場合を説明したが、複数の導波路の末端に合波手段が備えられている場合にも本発明を同様に適用することができる。

【0128】

図8は以上説明した実施例におけるアレイ導波路格子で生じるクロストークの軽減の原理を示したものである。第1のアレイ導波路格子401に波長 λ_1 の信号光402が入力したものとする。この信号光402は分波後の導波路403を進行して第2のアレイ導波路格子404に到達するだけでなく、他の導波路405、406にもわずかな信号レベルで混入する。そして、導波路405を進行した同一波長 λ_1 の信号光407および導波路405を進行した同一波長 λ_1 の信号光408は、第2のアレイ導波路格子404でそれぞれ迂回した信号光として本来の信号光402と合波する。このようなクロストークによって信号光402の品質が劣化する。このため、導波路405、406に本来の波長成分の信号光が存在しないときにはアッテネータあるいはスイッチ等の遮断手段409、410によって信号光の進路を遮断しようとするのが実施例の基本的な考え方である。

【0129】

図9は、実施例の考え方を拡張したものである。合波用のアレイ導波路格子411の入力側には導波路412によって波長 λ_1 の信号光413が入力するようになっている。この導波路412には他の導波路414が積層化した状態でクロ

スしその端部がアレイ導波路格子 411 の入力端に接続されている。また、更に他の導波路 415 は導波路 412 に部分的に近接してその端部が同様にアレイ導波路格子 411 の入力端に接続されている。これにより、導波路 414、415 はその始端部分が導波路 412 と異なった光部品（図示せず）に接続されていて、波長 λ_1 の信号光 413 の一部を取り込んで伝送し、アレイ導波路格子 411 でそれぞれ迂回した信号光 416、417 として本来の信号光 413 と合波する。このようなクロストーク現象によって信号光 413 の品質が劣化する。このため、導波路 414、415 に本来の波長成分の信号光が存在しないときにはアッテネータあるいはスイッチ等の遮断手段 421、422 によってこれらの信号光 416、417 の進路を遮断すれば、信号光 413 の品質を向上させることができる。

【0130】

以上説明したように、必ずしも同一の分波手段で分波した信号光の伝送路同士でなくても、合波側が共通し、途中に信号光の回り込みを生じさせる現象を生じさせる要因があれば、本発明を適用して合波時の信号光の品質の劣化を減少あるいは防止することができる。

【0131】

【発明の効果】

以上説明したように請求項 1、請求項 14 または請求項 23 記載の発明によれば、合波手段に至る複数の経路がどのようなものであっても、経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような特性を持っているときには、信号光が本来伝送されない経路を遮断することでコヒーレントクロストークノイズの影響を防止することができる。このため、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。

【0132】

また、請求項 2、請求項 15 または請求項 24 記載の発明によれば、合波手段に至る複数の経路がどのようなものであっても、経路の少なくとも一部区間で互いに他の経路を伝送する他の波長の信号光の少なくとも一部が回り込むような信号光伝送手段が存在するときにはアッテネータを使用して信号光が本来伝送され

ない経路の挿入損失量を本来伝送する信号光の伝送されている場合よりも増大させることでコヒーレントクロストークノイズの影響を減少させることができる。このため、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。

【0 1 3 3】

更に請求項 3、請求項 1 6 または請求項 2 5 記載の発明によれば、多重光を各チャンネルごとの波長に分波した後にこれらチャンネルごとの光パワーレベルを検出して本来の信号が入力されていないと判別されたチャンネルについては信号光の通過を遮断することにしたので、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止することができ、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。

【0 1 3 4】

また、請求項 4、請求項 1 7 または請求項 2 6 記載の発明によれば、請求項 4、請求項 1 7 または請求項 2 6 記載の発明によれば、を各チャンネルごとの波長に分波した後にこれらチャンネルごとの光パワーレベルを検出して本来の信号が入力されていないと判別されたチャンネルについては信号光の通過を最大限減衰させるように信号レベルの調整を行うことにしたので、コヒーレントクロストークノイズの影響を減少させることができ、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。

【0 1 3 5】

更に、請求項 5、請求項 1 8 または請求項 2 7 記載の発明によれば、多重光のスペクトルを分析して本来の信号が入力されていないと判別されたチャンネルについては信号光の通過を遮断することにしたので、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止することができ、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。また、スペクトル分析用の機材を使用してスペクトルの分析を行うようにすれば、多重光を分波した後のそれぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを検出する必要がないので、このためのフォトダイオード等の受光素子の使用を不要とすることができる。

【0 1 3 6】

また、請求項 6、請求項 1 9 または請求項 2 8 記載の発明によれば、多重光の

スペクトルを分析して本来の信号が入力されていないと判別されたチャンネルについては信号光の通過を最大限減衰させることにしたので、コヒーレントクロストークノイズの影響を減少させることができ、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。また、スペクトル分析用の機材を使用してスペクトルの分析を行うようにすれば、多重光を分波した後のそれぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを検出する必要がないので、このためのフォトダイオード等の受光素子の使用を不要とすることができる。

【0137】

更に、請求項7、請求項20または請求項29記載の発明によれば、各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信して、その結果を用いて本来の信号が入力されていないと判別されたチャンネルについては信号光の通過を遮断することにしたので、コヒーレントクロストークノイズの影響を防止することができ、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。また、このような監視信号を受信することができる環境では、多重光を分波した後のそれぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを検出する必要がないので、このためのフォトダイオード等の受光素子の使用を不要とすることができる。

【0138】

また、請求項8、請求項21または請求項30記載の発明によれば、各チャンネルの信号光の少なくとも一部についてその送出の有無を表わした監視信号を受信して、その結果を用いて本来の信号が入力されていないと判別されたチャンネルについては信号レベルが最大限減衰するように信号レベルを調整することにしたので、コヒーレントクロストークノイズの影響を減少させることができ、中継装置以外の各種用途で信号光の品質を向上させることができる。また、このような監視信号を受信することができる環境では、多重光を分波した後のそれぞれのチャンネルの信号光の光パワーレベルを検出する必要がないので、このためのフォトダイオード等の受光素子の使用を不要とすることができる。

【0139】

更に請求項13、請求項22または請求項31記載の発明によれば、信号光の

入力を検出した状態でレベル調整後の信号光の検出が行われなかったときには途中で不具合が発生したことを検出することができ、中継装置等の装置内の不具合の早期解決を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例におけるレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたブロック図である。

【図 2】

第 1 の実施例における装置管理部の行うシャットダウン制御の流れを表わした流れ図である。

【図 3】

第 1 の実施例における装置管理部の行うアッテネータの故障検出の制御の内容を示した流れ図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたブロック図である。

【図 5】

第 2 の実施例におけるレベルイコライザ A T T 制御部とこれに関連する回路部分を表わしたブロック図である。

【図 6】

第 2 の実施例でレベルイコライザ A T T 制御部の動作を示した状態遷移図である。

【図 7】

本発明の第 3 の実施例における光出力制御装置を使用したレベルイコライザ付光中継局の要部を表わしたブロック図である。

【図 8】

本発明の実施例におけるアレイ導波路格子で生じるクロストークの軽減の原理を示した原理図である。

【図 9】

本発明の変形例にアレイ導波路格子で生じるクロストークの軽減の原理を示した原理図である。

【図 10】

従来提案された光出力制御装置の概要を示すブロック図である。

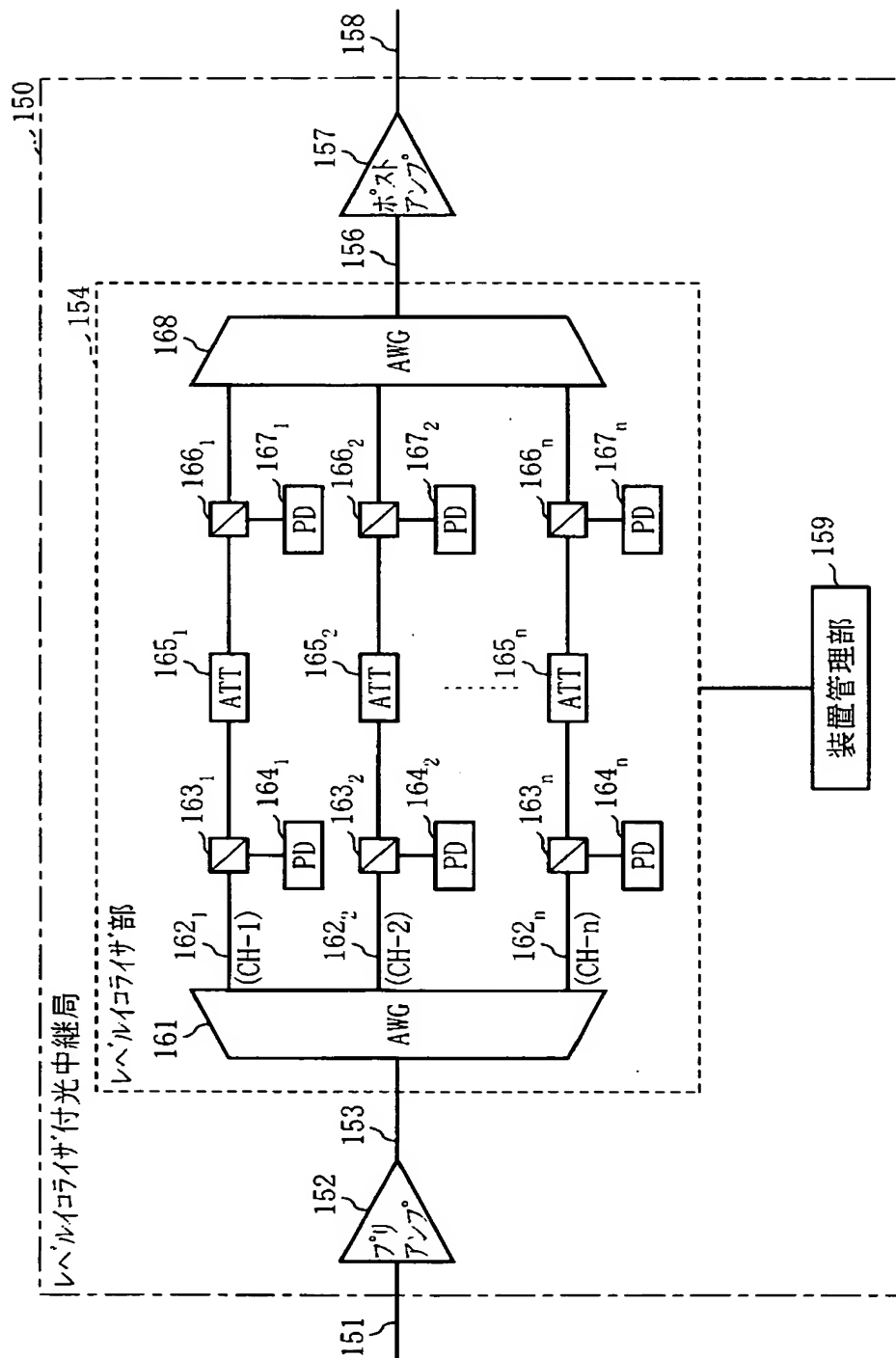
【符号の説明】

- 150、200、300 レベルイコライザ付光中継局
- 151、153、156、201、203、206 波長分割多重光
- 154、204 レベルイコライザ部
- 159、209、308 装置管理部
- 161、211、401 第1のアレイ導波路格子
- 164 第1のフォトダイオード
- 165、214 アッテネータ
- 166 第2の光分岐器
- 167 第2のフォトダイオード
- 168、217、404 第2のアレイ導波路格子
- 205 光スペクトラム測定部
- 216 フォトダイオード
- 221、307 チャンネルアライブ情報
- 305 OSC 終端部
- 409、410、421、422 遮断手段
- 411 アレイ導波路格子

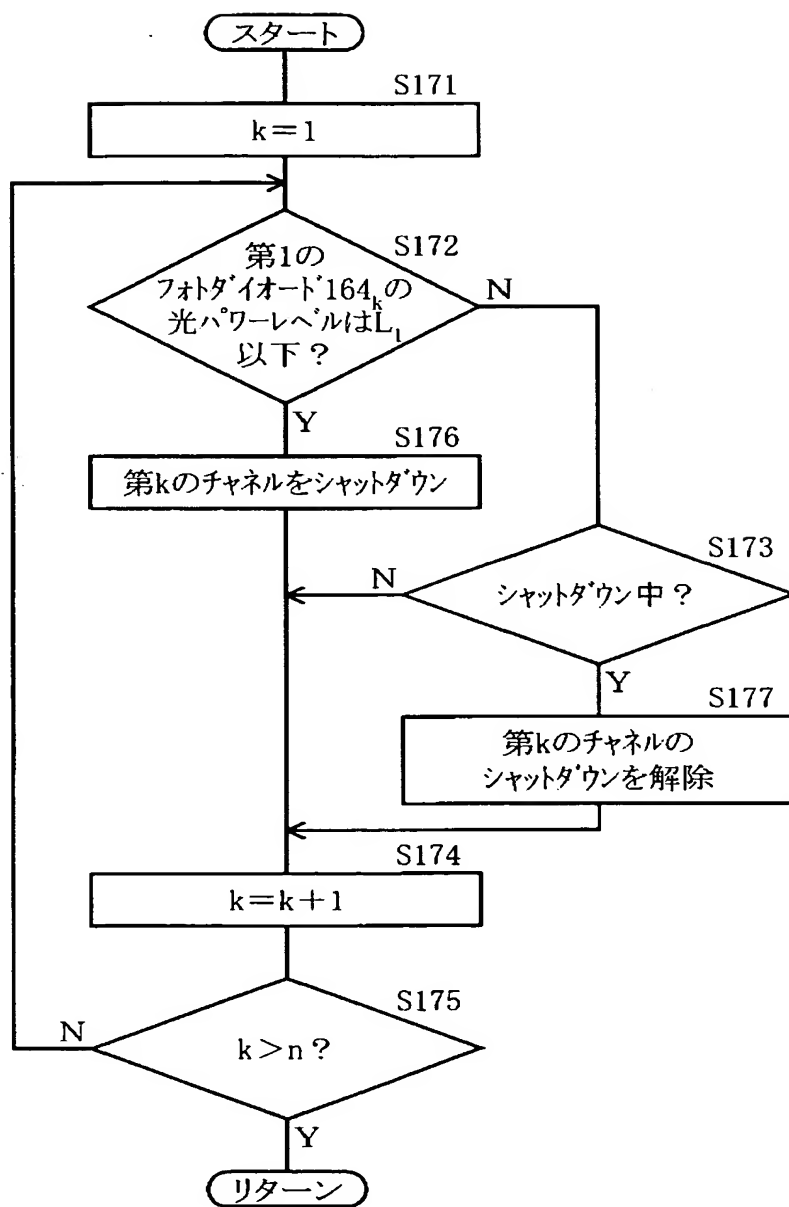
【書類名】

図面

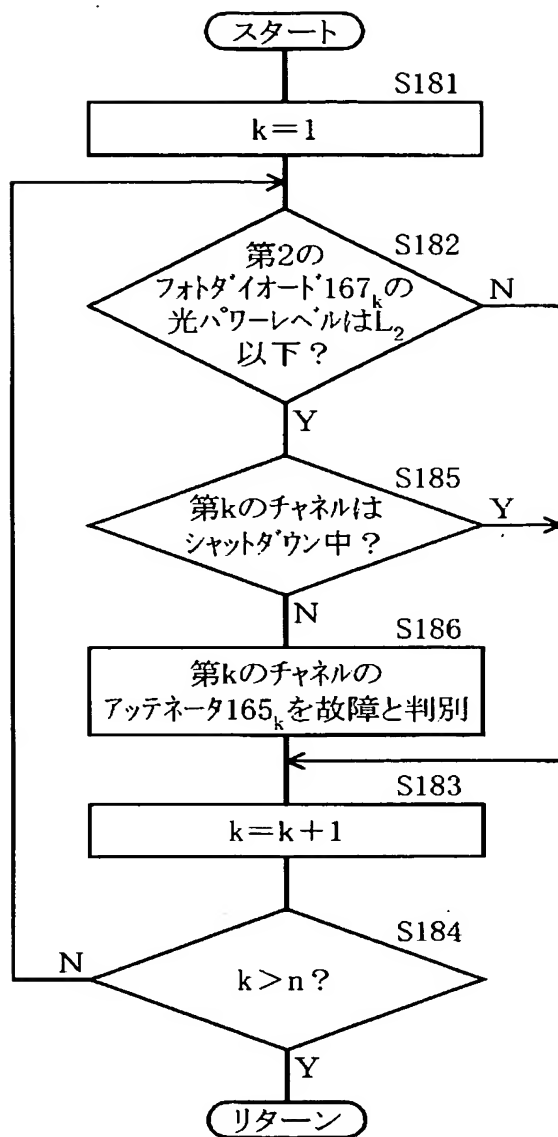
【図 1】



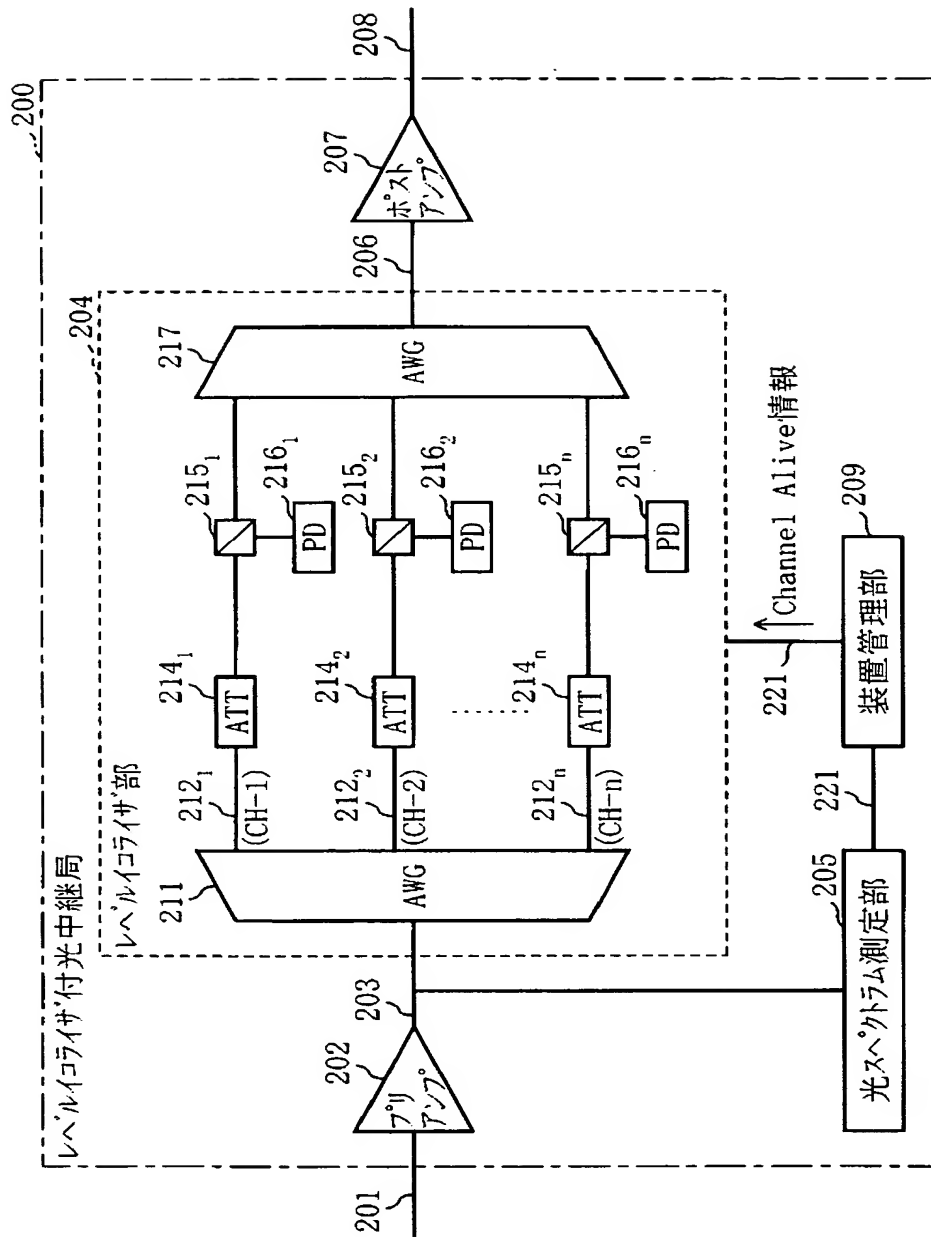
【図 2】



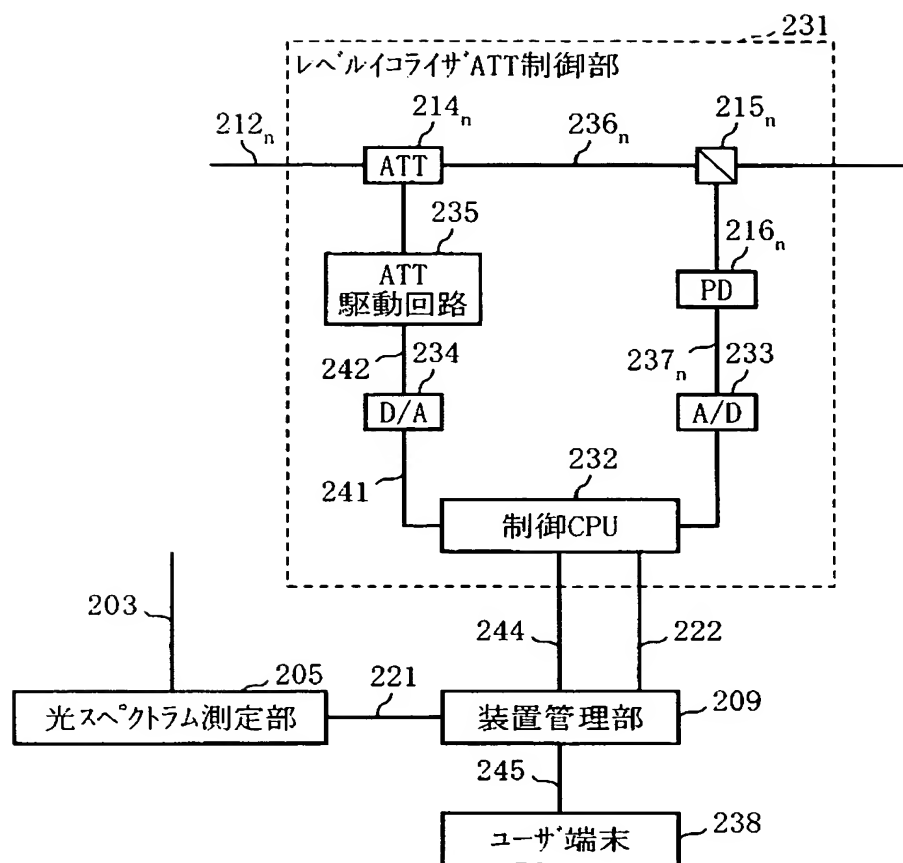
【図 3】



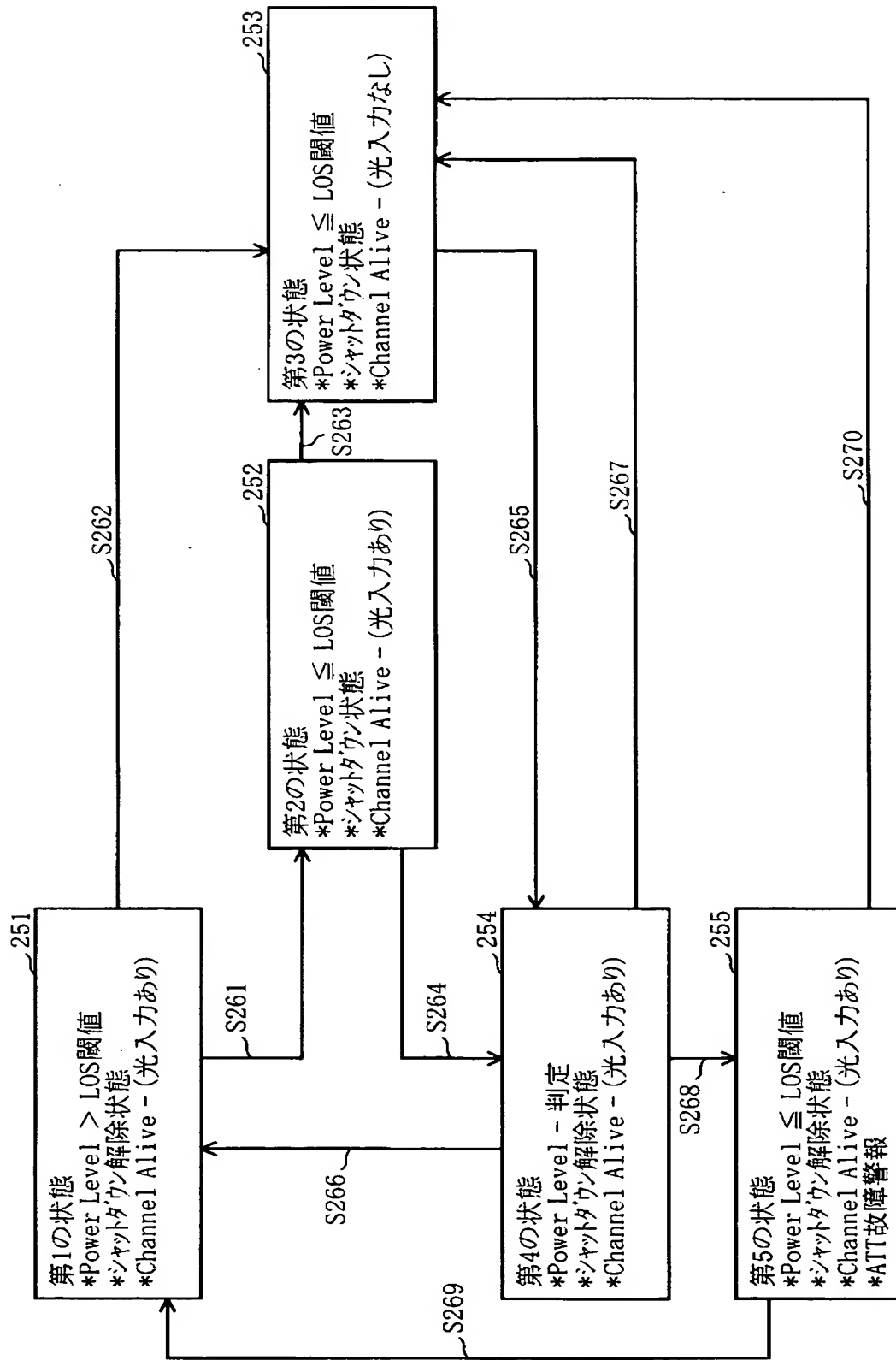
【図 4】



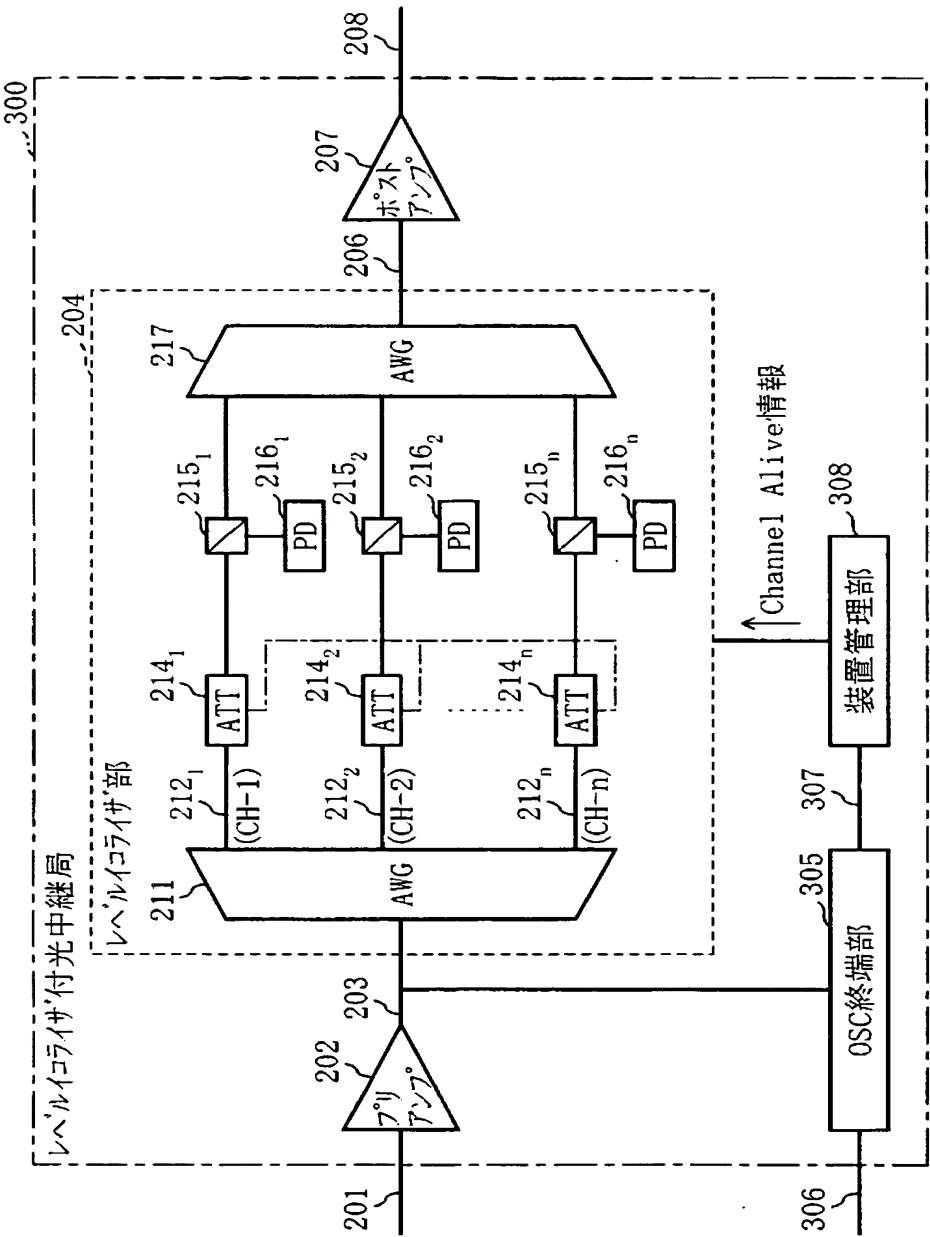
【図 5】



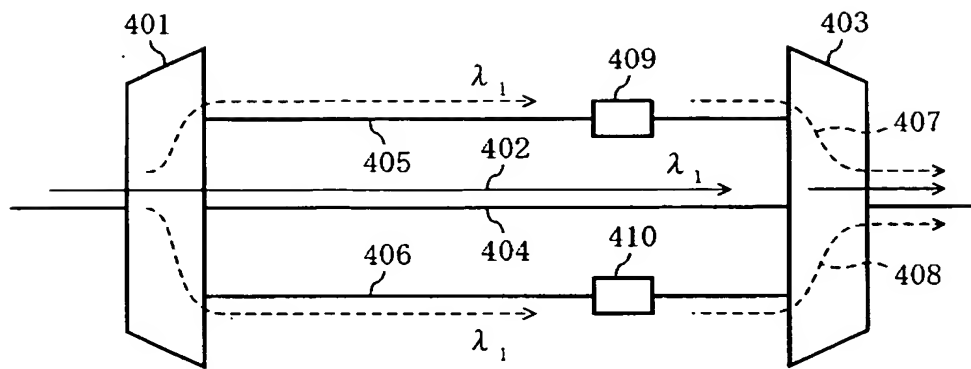
【図 6】



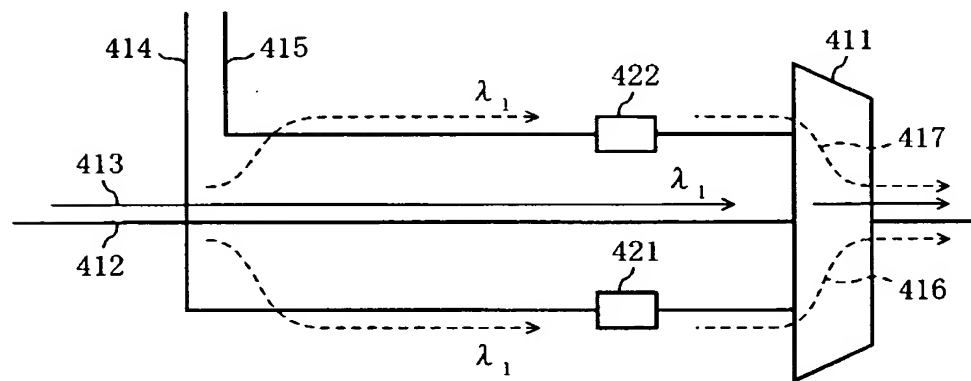
【図 7】



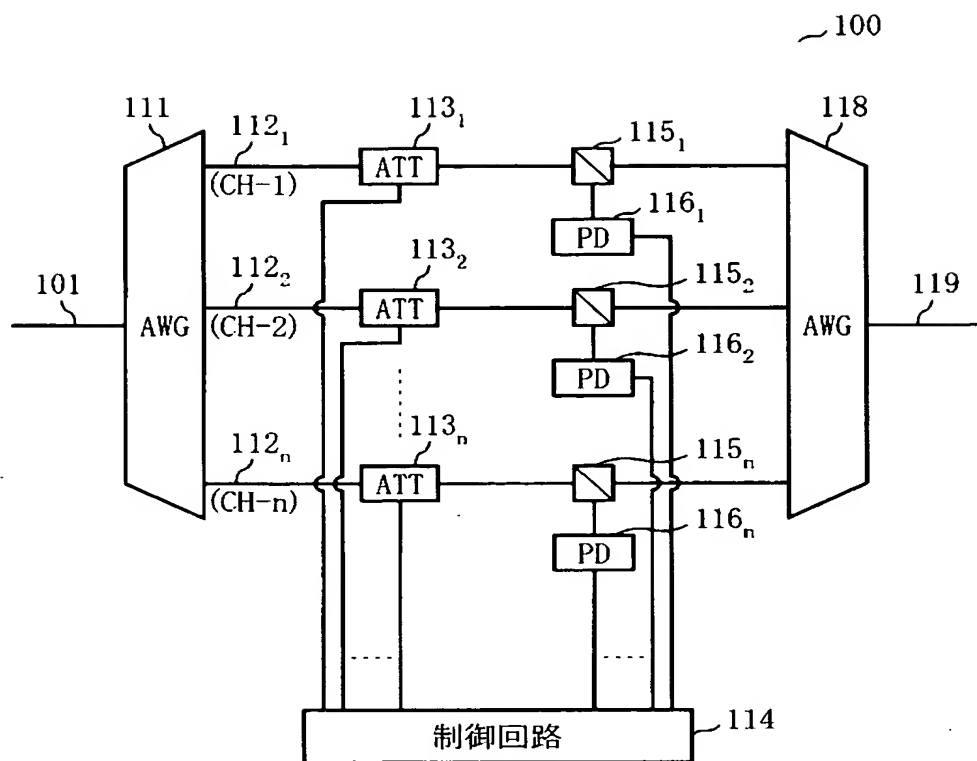
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 各チャネルの信号光を少なくとも合波する場合に、同一波長の信号光のコヒーレントクロストークノイズの影響を低減できるようにした光出力制御装置、光出力制御方法および光出力制御プログラムを得ること。

【解決手段】 レベルイコライザ付光中継局 3 0 0 は波長分割多重光 2 0 1 をブリアンプ 2 0 2 で増幅した後、レベルイコライザ部 2 0 4 の第 1 のアレイ導波路格子 2 1 1 で各チャネルに分波され、チャネルごとのアッテネータ 2 1 4 を経た後、第 2 のアレイ導波路格子 2 1 7 で合波される。OSC 終端部 3 0 5 はチャネルごとの信号光の有無を表わしたチャネルアライブ情報 3 0 7 を装置管理部 3 0 8 に供給し、無信号のチャネルのアッテネータ 2 1 4 の挿入損失量を最大にして他のチャネルに回り込む信号光が合波する現象を低減させる。フォトダイオード 2 1 6 を用いてアッテネータ 2 1 4 の故障も検出可能である。

【選択図】 図 7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 3 2 5 1 7
受付番号	5 0 3 0 0 2 1 1 1 0 0
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 2 月 1 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月10日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 3 2 5 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社